



UNIVERSIDAD DE CUENCA

“MAESTRIA EN TOXICOLOGIA INDUSTRIAL Y AMBIENTAL”

TITULO:

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y ECOTOXICOLÓGICA DE METALES PESADOS
EN SEDIMENTOS DE LAS RIVERAS DEL RÍO MACHÁNGARA, SECTOR PARQUE
INDUSTRIAL.

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGISTER EN TOXICOLOGIA INDUSTRIAL Y AMBIENTAL**

AUTOR: Judith Lucieta Narváez Terán

Dra. en Bioquímica y Farmacia.

DIRECTOR: Profesor Ph.D. Ervelio Olazábal Manso

CUENCA, ECUADOR

(2014)



RESUMEN

Los sedimentos son quizás los componentes más importantes de los ecosistemas acuáticos siendo la base de la biodiversidad; pero también pueden actuar como portador y fuente de contaminación, como es el caso de los metales pesados que se liberan a la columna de agua debido al cambio de condiciones como el pH, potencial redox, oxígeno disuelto, etc. Por lo tanto, el análisis de metales pesados en sedimentos permite detectar contaminación que escapa regularmente a un análisis de aguas y proporciona información acerca de las zonas críticas de sistemas acuáticos. Así, esta investigación evaluó la calidad de los sedimentos del río Machángara, en el sector del Parque Industrial de Cuenca, a través del análisis químico de metales pesados Pb, Cd y Zn en su fase biodisponible y pruebas ecotoxicológicas. Los efectos biológicos evaluados fueron tanto por ciento organismos muertos (*Eisenia foetida*) e inhibición de la germinación de la semillas y elongación de la radícula utilizando una batería de bioensayos, en la que se determinó la dosis letal cincuenta y la concentración inhibitoria cincuenta, mediante el análisis estadístico Probit, se concluyó la investigación estimando el factor de riesgo ecológico de los sedimentos a través de los cálculos del PEC y del PNEC para cada uno de los sitios muestreados. Los lugares evaluados fueron inicio, parte media y final del Parque industrial en sus márgenes izquierda, derecha y mitad del río; y utilizando el análisis estadístico ANOVA se llegó a establecer si existían o no diferencias significativas entre estos lugares. Los resultados concluyentes de esta investigación fueron: La calidad de los sedimentos en los nueve lugares evaluados, fueron considerados como „“peligrosos para el medio ambiente””, significa que son **nocivos para todos los organismos acuáticos**. Todos los sedimentos presentaron riesgo ambiental, sin embargo este factor se intensifica en algunos lugares más que otros, como el final del parque industrial y la margen en la que se encuentra asentado el Parque industrial, que son los sitios de mayor riesgo ambiental.

Palabras claves: Sedimentos, metales pesados, ecotoxicidad.



ABSTRACT

The sediments are perhaps the most important components of aquatic ecosystems being the basis of biodiversity; but they can also act as a carrier and a source of contamination, such as heavy metals that are released into the water column due to changing conditions such as pH, redox potential, dissolved oxygen, etc. Therefore, the analysis of heavy metals in sediments to detect contamination that regularly escapes to a water analysis and provides information about critical areas of aquatic systems. Thus, this research assessed the quality of Machángara river sediments in the area of Industrial Park of Cuenca, through chemical analysis of heavy metals Pb, Cd and Zn in the bioavailable phase and ecotoxicological tests. The biological effects were evaluated percentage dead organisms (*Eisenia foetida*) and inhibition of seed germination and radicle elongation bioassays using a battery, in which the lethal dose fifty and fifty inhibitory concentration was determined, by Probit statistical analysis, the investigation concluded by estimating the ecological risk factor of sediments through the calculations of PEC and PNEC for each of the sampled sites. The sites were evaluated beginning, middle and end of the industrial park in the left margin, right and middle of the river; and statistical analysis using ANOVA was reached to establish whether there were significant differences between these places. The conclusive results of this research were: sediment quality in the nine sites evaluated were considered " " dangerous for the environment " " means that are harmful to all aquatic organisms. All sediments had environmental risk, however this factor is intensified in some place more than others, like the end of the industrial park and the range in which they are settled in the industrial park, which are the sites of major environmental risk.



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
TABLA DE CONTENIDOS	3
LISTA DE TABLAS	10
LISTA DE FIGURAS.....	14
DERECHOS DE AUTOR.....	18
PROPIEDAD INTELECTUAL	19
AGRADECIMIENTOS	20
DEDICATORIA.....	21
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA	22
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	23
OBJETIVO PRINCIPAL:	24
Evaluar la calidad de los sedimentos en relación a su contenido en metales pesados (Pb, Cd, Zn) en su fase móvil y sus efectos biológicos sobre el ecosistema mediante ensayos ecotoxicológicos.....	24
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	24
CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	25
2.1 Toxicidad y bioacumulación de los metales pesados	25
2.1.1 Factores inherentes al metal.....	25
2.1.2 Factores físico-químicos ambientales	25
2.1.3 Factores bióticos	26
2.3 Ecotoxicología.....	27
2.3.1 Bioensayos con lombrices	35
2.3.2 Análisis de riesgo para los ecosistemas	38
2.3.2.1 Evaluación del riesgo ecológico:.....	38
2.3.2.2 Riesgo Ambiental:.....	39
2.3.2.3 Cuantificación del riesgo:.....	39
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1 Evaluación de la calidad de los sedimentos en relación a su contenido en metales pesados (Pb, Cd, Zn) en su fase móvil.	41
3.2 Cuantificación del pH de las aguas del río Machángara en los sectores donde fueron tomadas las muestra de los sedimentos.	41



3.3 Análisis Ecotoxicológicos.	42
3.3.1 Resultados	42
3.4 Estudio y diseño:	43
3.5 Población, muestra y forma de muestreo.....	43
3.5.1 Numeración de las muestras:.....	43
CAPITULO IV: RESULTADOS	48
4.1 Análisis de metales pesados Cd; Pb y Zn en los sedimentos del río Machángara sector del Parque Industrial, en la fase biodisponible.	48
4.2 Resultados del análisis ecotoxicológico	49
4.2.1 <i>Eisenia foetida</i> . Toxicidad aguda	49
4.2.1.1 Inicio del parque industrial	50
Efecto Letal	50
Efectos subletales	51
4.2.1.2 Parte media del parque industrial	51
Efectos letales	51
Efectos subletales	51
4.2.1.3 Final del parque industrial	52
Efectos letales	52
Efectos subletales	52
4.2.1.4 Margen derecha.....	52
Efectos letales	52
Efectos subletales	52
4.2.1.5 Mitad del río	52
Efectos letales	52
Efectos subletales	52
4.2.1.6 Margen izquierda	53
Efectos letales	53
Efectos subletales	53
4.3 Inhibición de la germinación de las semillas atendiendo: especie, lugar y concentración de sedimento	54
4.3.1 Inhibición de la germinación de la especie <i>Lactuca sativa</i>	55
4.3.1.1 Inicio del parque industrial.....	55
4.3.1.2 Parte media del parque industrial.....	56



4.3.1.3 Final del parque industrial	57
4.3.1.4 Margen Izquierda	58
4.3.1.5 Mitad del río.....	59
4.3.1.6 Margen derecha	60
4.3.2 Inhibición de la germinación de la especie Zea mays.....	61
4.3.2.1 Inicio del parque industrial.....	61
4.3.2.2 Parte media del parque industrial.....	62
4.3.2.3 Final del parque industrial	64
4.3.2.4 Margen izquierda.....	65
4.3.2.5 Mitad del río.....	66
4.3.2.6 Margen derecha	67
4.3.3 Inhibición de la germinación de la especie Phaseolus vulgaris	68
4.3.3.1 Inicio del parque industrial.....	68
4.3.3.2 Parte media del parque industrial.....	70
4.3.3.3 Final del parque industrial	71
4.3.3.4 Margen izquierda.....	72
4.3.3.5 Mitad del río.....	73
4.3.3.6 Margen derecha	74
4.4 Inhibición de la longitud de la raíz atendiendo: especie, lugar y concentración de sedimento.	75
4.4.1 Inhibición de la longitud de la raíz de la especie Lactuca sativa	76
4.4.1 Inicio del parque industrial.....	77
4.4.2 Parte media del parque industrial.....	77
4.4.3 Parte final del parque industrial	78
4.4.4 Margen izquierda.....	79
4.4.5 Mitad del río.....	79
4.4.6 Margen derecha	80
4.4.2 Inhibición de la longitud de la raíz de la especie Zea mays	81
4.4.2.1 Inicio del parque industrial.....	81
4.4.2.2 Parte media del parque industrial.....	82
4.4.2.3 Final del parque industrial	83
4.4.2.4 Margen izquierda.....	83
4.4.2.5 Mitad del río.....	84



4.4.2.6 Margen derecha	85
4.4.3 Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Phaselous vulgaris</i> ...	86
4.4.3.1 Inicio del parque industrial.....	86
4.4.3.2 Parte media del parque industrial.....	87
4.4.3.3 Final del parque industrial	87
4.4.3.4 Margen izquierda.....	88
4.4.3.5 Mitad del río.....	89
4.4.3.6 Margen derecha	89
4.5 Cálculo de la dosis letal 50 (dl50) curva dosis respuesta de la especie <i>Eisenia foetida</i>	90
4.5.10 Análisis y comparación de los resultados.	91
4.6 Concentración inhibitoria 50 (CI50) para la especie <i>Lactuca sativa</i>	92
4.7 Concentración inhibitoria 50 (CI50) para la especie <i>Zea mays</i>	92
4.7.1 Análisis y comparación de los resultados.	92
4.8 Concentración inhibitoria 50 (CI50) para la especie <i>Phaselous vulgaris</i>	93
4.8.10 Análisis y comparación de los resultados.	93
4.9 Evaluación del riesgo ecológico	94
4.9.1 Identificación del peligro (clasificación y etiquetado).....	94
4.9.2 Sistema de clasificación	95
4.9.3 Sistemas de clasificación de sustancias y productos químicos. Frases de riesgo.	95
4.9.4 Criterios de clasificación	96
4.9.5 Evaluación de los efectos en organismos acuáticos	97
4.9.6 Cuantificación del riesgo en los sedimentos del río Machángara sector parque industrial	97
CAPITULO V: DISCUSIÓN	100
5.1 Potencial de Hidrógeno pH.-	100
5.2 Biodisponibilidad de metales pesados Cd; Pb y Zn en los sedimentos del río Machángara sector del Parque Industrial, en la fase biodisponible.	101
5.3 Comparación de la inhibición de la germinación de las semillas considerando: especie y lugar.	102
5.3 Interpretaciones de los resultados de toxicidad aguda.....	103
5.3.1 <i>Eisenia foetida</i>	103



5.4 Discusión de los resultados de toxicidad, dosis respuesta: dosis letal 50 en la especie <i>Eisenia foetida</i> , y concentración inhibitoria 50 para la germinación de las semillas, de las especies <i>Lactuca sativa</i> , <i>Zea mays</i> y <i>Phaseolus vulgaris</i>	104
5.4.1 EISENIA FOÉTIDA	104
5.4.2 <i>Lactuca sativa</i>	105
5.4.3 <i>Zea mays</i>	105
5.4.4 <i>Phaseolus vulgaris</i>	106
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	112
1. Bibliografía	112
ANEXOS.....	115
ANEXO 1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS ECOTOXICOLÓGICO.....	115
ANEXO 2: PRUEBAS DE CONTRASTE DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN, COMPARACIÓN ENTRE LOS NUEVE LUGARES, PARA CADA UNA DE LAS ESPECIES, EN CADA UNA DE LAS CONCENTRACIONES	128
COMPARACIONES HORIZONTALES DE LA ESPECIE LACTUCA SATIVA.	128
COMPARACIONES VERTICALES DE LA ESPECIE LACTUCA SATIVA.....	133
COMPARACIONES HORIZONTALES DE LA ESPECIE ZEA MAYZ.....	137
COMPARACIONES VERTICALES DE LA ESPECIE ZEA MAYZ	142
COMPARACIONES HORIZONTALES DE LA ESPECIE PHASEOLUS VULGARIS.....	147
COMPARACIONES VERTICALES DE LA ESPECIE PHASEOLUS VULGARIS.	152
PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS SEGÚN: ESPECIE, LUGAR Y CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTO.....	157
ANEXO 3: PROMEDIO DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAÍZ CON RESPECTO AL CONTROL, EXPRESADO EN MILÍMETROS Y EN PORCENTAJE, EN LOS NUEVE LUGARES, PARA CADA CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTO.	165
ANEXO 4: CÁLCULO DE MEDIAS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA LONGITUD DEL RADICAL, EN FUNCIÓN DE LA ESPECIE Y LUGAR.....	169
PRUEBAS DE CONTRASTE DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAÍZ EN FUNCIÓN DE LA ESPECIE, CONCENTRACIÓN DEL SEDIMENTO Y LUGAR.	172



ANEXO 5: CÁLCULO DE LA DOSIS LETAL CINCUENTA (DL50) Y CONCENTRACIÓN INHIBITORIA CINCUENTA (CI50), A TRAVÉS DEL MÉTODO ESTADÍSTICO PROBIT.	194
ANEXO 6: CURVA DOSIS RESPUESTA DL50.....	230
4.5.1 Curva dosis respuesta y DL50 "Final Parque Industrial, margen derecha".....	230
4.5.2 Curva dosis respuesta y DL50 "Final Parque Industrial, mitad del rio"	230
4.5.3 Curva dosis respuesta y DL50 "Final Parque Industrial Izquierda" ...	231
4.5.4 Curva dosis respuesta y DL50 "Mitad Parque Industrial, margen derecha".....	232
4.5.5 Curva dosis respuesta y DL50 "Mitad Parque Industrial, margen Izquierda".....	233
4.5.6 CURVA DOSIS RESPUESTA Y DL50 "Mitad Parque Industrial, mitad del rio".....	234
4.5.7 Determinación de la DL50 muestra de sedimento "Inicio Parque Industrial, margen derecha".....	235
4.5.8 Curva dosis repuesta y DL50 "Inicio Parque Industrial, mitad del rio"236	
4.5.9 Curva dosis respuesta y DL50 "Inicio Parque Industrial Izquierda" ...	237
ANEXO 7: CONCENTRACIÓN INHIBITORIA 50	238
ESPECIE: <i>Lactuca sativa</i>	238
Curva dosis respuesta y CI50 "Final Parque Industrial, margen derecha"..	238
Curva dosis repuesta y CI50 "Final Parque Industrial, mitad del Rio".....	239
Curva dosis respuesta y CI50 "Final Parque Industrial, margen izquierda"	240
Curva dosis repuesta y CI50 "Parte Media Parque Industrial, margen derecha".....	241
Curva dosis repuesta y CI50 "Parte Media del Parque Industrial, margen Izquierda".....	242
Curva dosis respuesta y CI50 "Parte Media Parque Industrial, mitad del Rio"	243
Curva dosis respuesta y CI50 "Inicio del Parque Industrial, margen derecha"	244
Curva dosis respuesta y CI50 "Inicio del Parque Industrial, mitad del río".	245
Determinación de la CI50 muestra de "Inicio del Parque Industrial, margen Izquierda".....	246



ESPECIE: <i>Zea mays</i>	247
Curva dosis respuesta y CI50 "Final de Parque Industrial margen derecha del río Machángara"	247
Curva dosis respuesta y CI50 "Final del Parque Industrial, mitad del río Machángara"	248
Curva dosis respuesta CI50 "Final del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara"	249
Curva dosis respuesta y CL50 "Parte media de Parque Industrial, margen derecha del río Machángara"	250
Curva dosis respuesta CI 50 muestra de "Parte media de Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara"	251
Curva dosis respuesta y CI50 Parte media del "Parque Industrial mitad del río"	252
Curva dosis respuesta y CI50 Parte media del "Inicio del Parque Industrial, margen derecha del río Machángara"	253
Curva dosis respuesta y CI50 "Inicio del Parque Industrial mitad del río Machángara"	254
Curva dosis respuesta y CI50 "Inicio del Parque Industrial margen izquierda"	255
ESPECIE: <i>Phaseolus vulgaris</i>	256
Curva dosis respuesta y CI50 final del Parque Industrial, margen derecha del río Machángara.....	256
Curva dosis respuesta y CI50 final del Parque Industrial, mitad del río Machángara.....	257
Curva dosis respuesta y CI50, final del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara.....	258
Curva dosis respuesta y CI50 parte media del parque industrial, margen derecha del río Machángara	259
Curva dosis respuesta CI50 parte media del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara.	260
Curva dosis respuesta y CI50 parte media del Parque Industrial, mitad del río Machángara.....	261
Curva dosis respuesta y CI50 parte media del Parque Industrial, mitad del río Machángara.....	262
Curva dosis respuesta y CI50 inicio del Parque Industrial, mitad del río Machángara.....	263



Curva dosis respuesta y CI50 inicio del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara.	264
ANEXO 8: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN ENTRE LAS TRES ESPECIES: <i>Lactuca sativa</i> , <i>Zea mays</i> y <i>Phaseolus vulgaris</i> , CONSIDERANDO: ESPECIE, CONCENTRACIÓN DEL SEDIMENTO Y LUGAR... ..	266
ANEXO 9: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAÍZ CONSIDERANDO: ESPECIE, CONCENTRACIÓN DEL SEDIMENTO Y LUGAR... ..	269
ESPECIE: <i>Phaseolus vulgaris</i>	271

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Extracción secuencial propuesto BCR SM&T-SES.	26
Tabla 2: Resultados del Análisis de metales pesados y PH.	48
Tabla 3: <i>Eisenia foetida</i> , Método Probit, 95% de confianza. Fuente: Autor.	91
Tabla 4: <i>Zea mays</i> , Método Probit, 95% de confianza. Fuente: Autor.....	92
Tabla 5: <i>Phaseolus vulgaris</i> , Método Probit, 95% confianza. Fuente: Autor.	93
Tabla 6: Clasificación del peligro del sedimento atendiendo a la especie más sensible.	96
Tabla 7: Identificación del peligro de los sedimentos (clasificación y etiquetado). Fuente: Autor.....	96
Tabla 8: Análisis de la varianza: Especie <i>Lactuca sativa</i> , al 100% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	128
Tabla 9 : Análisis de la varianza: Especie <i>Lactuca sativa</i> , al 50% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	129
Tabla 10 Análisis de la varianza: Especie <i>Lactuca sativa</i> , al 25% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	130
Tabla 11: Análisis de la varianza: Especie <i>Lactuca sativa</i> , al 12.5% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	131
Tabla 12: Análisis de la varianza: Especie <i>Lactuca sativa</i> , al 6.25% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	132



Tabla 13: Análisis de la varianza: Especie <i>Lactuca sativa</i> , al 100% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	133
Tabla 14: Análisis de la varianza: Especie <i>Lactuca sativa</i> , al 50% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	134
Tabla 15: Análisis de la varianza: Especie <i>Lactuca sativa</i> , al 25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	135
Tabla 16: Análisis de la varianza: Especie <i>Lactuca sativa</i> , al 12.5% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	135
Tabla 17: Análisis de la varianza: Especie <i>Lactuca sativa</i> , al 6.25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	136
Tabla 18: Análisis de la varianza: Especie <i>Zea mays</i> , al 100% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	137
Tabla 19: Análisis de la varianza: Especie <i>Zea mays</i> , al 50% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	137
Tabla 20: Análisis de la varianza: Especie <i>Zea mays</i> , al 25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	139
Tabla 21: Análisis de la varianza: Especie <i>Zea mays</i> , al 12.5% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	139
Tabla 22: Análisis de la varianza: Especie: <i>Zea mays</i> , al 12.5% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	141
Tabla 23: Análisis de la varianza: Especie <i>Zea mays</i> , al 100% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	142
Tabla 24: Análisis de la varianza: Especie <i>Zea mays</i> , al 50% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	143
Tabla 25: Análisis de la varianza: Especie <i>Zea mays</i> , al 25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	144
Tabla 26: Análisis de la varianza: Especie <i>Zea mays</i> , al 12.50% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	145



Tabla 27: Análisis de la varianza: Especie <i>Zea mays</i> , al 6.25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	146
Tabla 28: Análisis de la varianza: Especie: <i>Phaseolus vulgaris</i> al 100% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	147
Tabla 29: Análisis de la varianza: Especie: <i>Phaseolus vulgaris</i> , al 50 % de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	148
Tabla 30: Análisis de la varianza: Especie: <i>Phaseolus vulgaris</i> , al 25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	149
Tabla 31: Análisis de la varianza: Especie: <i>Phaseolus vulgaris</i> al 12.50% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	150
Tabla 32: Análisis de la varianza: Especie: <i>Phaseolus vulgaris</i> , al 6.25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	151
Tabla 33: Análisis de la varianza: Especie <i>Phaseolus vulgaris</i> , al 100% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	152
Tabla 34: Análisis de la varianza: Especie <i>Phaseolus vulgaris</i> , al 50% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	153
Tabla 35: Análisis de la varianza: Especie <i>Phaseolus vulgaris</i> , al 25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	154
Tabla 36: Análisis de la varianza: Especie <i>Phaseolus vulgaris</i> , al 12.5% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca	155
Tabla 37: Análisis de la varianza: Especie <i>Phaseolus vulgaris</i> , al 6.25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.	156
Tabla 38: PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN DE LA ESPECIE: <i>Lactuca sativa</i>	157
Tabla 39: PROMEDIO DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN ESPECIE: <i>Zea mays</i>	159
Tabla 40: PROMEDIO DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN ESPECIE: <i>Phaseolus vulgaris</i>	161
Tabla 41: PROMEDIO DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAÍZ CON RESPECTO AL CONTROL, EXPRESADO EN MILÍMETROS Y EN PORCENTAJE,	



EN LOS NUEVE LUGARES, PARA CADA CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTO.	163
Tabla 42: Promedio de la inhibición de la longitud de la raíz con respecto al control, expresado en milímetros y en porcentaje, en los nueve lugares, para cada concentración de sedimento especie: <i>Zea mays</i> .	165
Tabla 43: Promedios de la inhibición de la longitud de la raíz según especie, lugar y concentración especie: <i>Phaseolus vulgaris</i> .	167
Tabla 44: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN ENTRE LAS TRES ESPECIES: <i>Lactuca sativa</i> , <i>Zea mays</i> y <i>Phaseolus vulgaris</i> EN RELACIÓN AL LUGAR, Y CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTO (100%-25%).	266
Tabla 45: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN ENTRE LAS TRES ESPECIES: <i>Lactuca sativa</i> , <i>Zea mays</i> y <i>Phaseolus vulgaris</i> EN RELACIÓN AL LUGAR, Y CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTO (12.5%-6.25%).	267
Tabla 46: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAIZ, ENTRE LAS ESPECIES <i>LACTUCA SATIVA</i> , <i>ZEa MAYS</i> Y <i>PHASEOLUS VULGARIS</i> , EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACION DE SEDIMENTO Y LUGAR. (100%-25%).	272
Tabla 47: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAIZ, ENTRE LAS ESPECIES <i>LACTUCA SATIVA</i> , <i>ZEa MAYS</i> Y <i>PHASEOLUS VULGARIS</i> , EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACION DE SEDIMENTO Y LUGAR. (12.5%-6.25%).	274
Tabla 48: COMPARACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL APLICADO A LAS ESPECIES: <i>Eisenia Foetida</i> , <i>Zea mays</i> , <i>Phaseluos vulgaris</i> y <i>Lactuca sativa</i> CONSIDERANDO LUGARES DE MUESTREO.	275



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Río Machángara Sector Parque Industrial.....	44
Figura 2: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.	45
Figura 3: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.	45
Figura 4: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.	45
Figura 5: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.	45
Figura 6: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.	46
Figura 7: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial. Fuente: Autor.....	46
Figura 8: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.	46
Figura 9: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.	46
Figura 10: Inicio del Parque Industrial % de Inhibición de la Germinación Variable: Lactuca sativa.....	55
Figura 11: Final del Parque Industrial % de inhibición de la germinación variable: Lactuca sativa.....	57
Figura 12: Parte media del Parque Industrial % de inhibición de la germinación variable: Lactuca sativa.	56
Figura 13: Margen izquierda % de inhibición de la germinación variable: Lactuca sativa. Fuente: Autor	58
Figura 14: Mitad del Río % de Inhibición de la germinación variable: Lactuca sativa. Fuente: Autor.....	59
Figura 15: Margen derecha % de inhibición de la germinación variable: Lactuca sativa. Fuente: Autor.	60
Figura 16: Inicio del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: Zea mays. Fuente: Autor	61
Figura 17: Parte media del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: Zea mays. Fuente: Autor.....	62
Figura 18: Final del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: Zea mays. Fuente: Autor	64
Figura 19: Margen izquierda % de inhibición de la germinación variable: Zea mays. Fuente: Autor.....	65
Figura 20: Mitad del río % de inhibición de la germinación variable: Zea mays. Fuente: Autor.....	66
Figura 21: Margen derecha % de inhibición de la germinación. Fuente: Autor.....	67

Figura 22: Inicio del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: Phaseolus vulgaris. Fuente: Autor.....	68
Figura 23: Parte media del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: Phaseolus vulgaris. Fuente: Autor.	70
Figura 24: Final del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: Phaseolus vulgaris. Fuente: Autor.....	71
Figura 25: Margen izquierda % de inhibición de la germinación variable: Phaseolus vulgaris. Fuente: Autor	72
Figura 26: Mitad del río % de inhibición de la germinación variable: Phaseolus vulgaris. Fuente: Autor	73
Figura 27: Margen derecha % de inhibición de la germinación variable: Phaseolus vulgaris. Fuente: Autor	74
Figura 28: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Lactuca sativa</i> en inicio del parque industrial. Fuente: Autor.....	77
Figura 29: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Lactuca sativa</i> en la parte media del parque industrial. Fuente: Autor.....	77
Figura 30: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Lactuca sativa</i> en la parte final del parque industrial. Fuente: Autor.	78
Figura 31: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Lactuca sativa</i> en el margen izquierda del río. Fuente: Autor	79
Figura 32: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Lactuca sativa</i> en la mitad del río. Fuente: Autor.	79
Figura 33: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Lactuca sativa</i> , en el margen derecha del río. Fuente: Autor.....	80
Figura 34: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Zea mays</i> , inicio del parque industrial. Fuente: Autor	81
Figura 35: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Zea mays</i> , parte media del parque industrial. Fuente: Autor.....	82
Figura 36: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Zea mays</i> , final del parque industrial. Fuente: Autor	83
Figura 37: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Zea mays</i> , margen izquierda del río. Fuente: Autor	83
Figura 38: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Zea mays</i> mitad del río. Fuente: Autor.....	84
Figura 39: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Zea mays</i> , final del parque industrial. Fuente: Autor	85
Figura 40: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Phaseolus vulgaris</i> , inicio del parque industrial. Fuente: Autor.....	86
Figura 41: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Phaseolus vulgaris</i> , parte media del Parque Industrial. Fuente: Autor	87
Figura 42: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Phaseolus vulgaris</i> , final del Parque Industrial. Fuente: Autor.....	87

Figura 43: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Phaseolous vulgaris</i> , en el margen izquierda del río. Fuente: Autor	88
Figura 44: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Phaseolus vulgaris</i> , mitad del río. Fuente: Autor	89
Figura 45: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie <i>Phaseolus vulgaris</i> , margen derecha del río. Fuente: Autor.	89
Figura 46: Mapa de Riesgo Ecológico.	97
Figura 47: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en <i>Eisenia foetida</i> "Margen Derecha del Río".	230
Figura 48: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en <i>Eisenia foetida</i> "Mitad del río".	231
Figura 49: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en <i>Eisenia foetida</i> , "Final del Parque Industrial Izquierda".	232
Figura 50: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en <i>Eisenia foetida</i> , "Mitad del Parque Industrial, margen derecha".	233
Figura 51: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en <i>Eisenia foetida</i> , "Mitad del Parque Industrial, margen Izquierda".	234
Figura 52: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en <i>Eisenia foetida</i> "Mitad Parque Industrial, mitad del río".	235
Figura 53: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en <i>Eisenia foetida</i> , "Inicio parque Industrial, margen derecha".	236
Figura 54: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en <i>Eisenia foetida</i> , "Inicio Parque Industrial, mitad del río".	237
Figura 55: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en <i>Eisenia foetida</i> , "Inicio Parque Industrial Izquierda".	238
Figura 56: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Lactuca sativa</i> , "Final del Parque Industrial, margen derecha".	239
Figura 57: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Lactuca sativa</i> , en "Final Parque Industrial, mitad del río".	240
Figura 58: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Lactuca sativa</i> , Final Parque Industrial, margen izquierda".	241
Figura 59: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Lactuca sativa</i> , "Parte media parque Industrial, margen derecha".	242
Figura 60: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Lactuca sativa</i> , "Parte media del Parque Industrial, margen Izquierda".	243
Figura 61: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Lactuca sativa</i> . "Parte media Parque Industrial, mitad del río".	244
Figura 62: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Lactuca sativa</i> , "Inicio del Parque Industrial, margen derecha".	245
Figura 63: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Lactuca sativa</i> . "Inicio del Parque Industrial, mitad del río".	246
Figura 64: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Lactuca sativa</i> "Inicio del parque Industrial, margen Izquierda".	247

Figura 65: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Zea mays</i> "Final de Parque Industrial, margen derecha del río Machángara"	248
Figura 66: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Zea mays</i> , "Final del Parque Industrial, mitad del río Machángara"	249
Figura 67: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Zea mays</i> "Final del Parque Industrial, margen izquierda del Río Machángara"	250
Figura 68: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Zea mays</i> , "Parte media del Parque Industrial, margen derecha del río Machángara"	251
Figura 69: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Zea mays</i> , "Parte media de Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara"	252
Figura 70: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Zea mays</i> , "Parque Industrial mitad del río"	253
Figura 71: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Zea mays</i> , Parte media del "Inicio del Parque Industrial, margen derecha del río Machángara"	254
Figura 72: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Zea mays</i> , en "Inicio del Parque Industrial mitad del río Machángara"	255
Figura 73: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Zea mays</i> , "Inicio del Parque Industrial margen izquierda"	256
Figura 74: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Phaseolus vulgaris</i> , "Final del Parque Industrial, margen derecha del río Machángara"	257
Figura 75: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Phaseolus vulgaris</i> , "Final del Parque Industrial, mitad del Machángara". Fuente: Autor	258
Figura 76: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Phaseolus vulgaris</i> , "Final del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara"	259
Figura 77: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Phaseolus vulgaris</i> , "Parte media del parque industrial, margen derecha del río Machángara"	260
Figura 78: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Phaseolus vulgaris</i> , "Parte media del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara"	261
Figura 79: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Phaseolus vulgaris</i> , "Parte media del Parque Industrial, mitad del río Machángara"	262
Figura 80: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Phaseolus vulgaris</i> , "Inicio del Parque industrial, mitad del río Machángara". Fuente: Autor	263
Figura 81: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Phaseolus vulgaris</i> , "Inicio del parque Industrial, mitad del río Machángara". Fuente: Autor	264
Figura 82: Curva dosis respuesta y CI50 en <i>Phaseolus vulgaris</i> , "Inicio del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara"	265

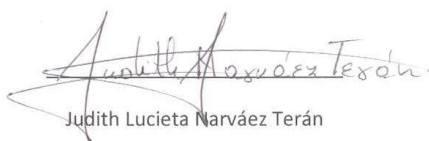
DERECHOS DE AUTOR



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Judith Lucieta Narváez Terán, autora de la tesis "CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y ECOTOXICOLÓGICA DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DE LAS RIVERAS DEL RÍO MACHÁNGARA, SECTOR PARQUE INDUSTRIAL", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de MAGISTER EN TOXICOLOGÍA INDUSTRIAL Y AMBIENTAL. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

Cuenca, 16 de Enero del 2015



Judith Lucieta Narváez Terán

C.I: 0101598522

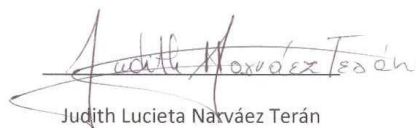
PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Judith Lucieta Narváez Terán, autora de la tesis "CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y ECOTOXICOLÓGICA DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DE LAS RIVERAS DEL RÍO MACHÁNGARA, SECTOR PARQUE INDUSTRIAL", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 16 de enero del 2015



Judith Lucieta Narváez Terán

C.I: 0101598522



AGRADECIMIENTOS

Agradezco la colaboración del Doctor Ervelio Olazábal Manso, DIRECTOR DE TESIS, quién ha sido el gestor para la realización de esta investigación, por su experiencia, profesionalidad y gentileza, quién siempre ha estado presto a cualquier inquietud, con sus observaciones, sugerencias facilitando la realización de este trabajo.

Al Doctor Remigio Cortez a pesar de no ser el director de tesis, ha trabajado en forma anónima y desinteresada en las correcciones junto con mi Director, vaya para el mi agradecimiento y gratitud.

Al Economista Carlos Torres, profesor de la Universidad de Cuenca, por brindarme un espacio en su tiempo y darme la ayuda necesaria en el campo de la Estadística.

A Cinthya Sanchez, Karla Pezo, Bruno Timbe, Estefanía Matute y Gabriela Aguilar, estudiantes de la Escuela de Biología Ecología y Gestión de la UNIVERSIDAD DEL AZUAY, por su ardua labor en el trabajo de recolección de muestras, agradezco su empeño y colaboración.

Dra. Judith Narváez Terán.



DEDICATORIA

A mis padres Alfredo y Josefina, que con su amor, comprensión y sacrificio supieron encaminarnos por el camino del bien enseñándonos con su ejemplo, honestidad, perseverancia, trabajo, respeto y gratitud, aunque hoy no estén a mi lado, siempre estarán presentes en cualquier evento de mi vida.

Dra. Judith Narváez Terán.



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica.

BCR: Referencia de la Comunidad Europea.

CECEMIN: Centro de Servicios y Análisis de Minerales Metálicos de la Universidad de Cuenca.

DL50: Dosis Letal Cincuenta.

CI50: Concentración Letal Media.

LOEC: Mínima concentración de observación de efecto

NOEC: Concentración de efecto no observado

MO: Materia orgánica

Ppt: partes por trillón

UT_A: Unidad Tóxica Aguda

PEC: Cuantificación de los contaminantes en la zona de estudio a la que está expuesta el receptor biológico

PNEC: Evaluación de los efectos o cálculo de la concentración prevista sin efecto conocida. Requiere establecer una concentración umbral sin efecto para diferentes grupos de organismos o receptores, representativos del medio, previamente seleccionados.



CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El Parque Industrial de la ciudad de Cuenca fue fundada el 3 de noviembre de 1973 y se encuentra ubicada en las riveras del río Machángara, donde todas las descargas industriales eran vertidas directamente al río, hasta el año de 1994 en el que la empresa municipal ETAPA instaló un sistema de interceptores para la descarga del alcantarillado de aguas residuales industriales, en la **margen izquierda aguas arriba de río Machángara**, las que son conducidas a la laguna de oxidación de Ucubamba para su tratamiento.

Existe dentro del municipio de la ciudad de Cuenca, un departamento denominado Control Urbano, encargada de realizar el monitoreo de los efluentes que salen de las fábricas al alcantarillado y que sus descargas no sobrepasen los límites máximos establecidos por el Ministerio del Ambiente.

Pese a que las aguas residuales no son vertidas directamente al río; y que existen entidades que vigilan la integridad de este recurso hídrico, han sido constantes los reclamos y quejas de parte de la ciudadanía las autoridades tanto locales como nacionales, sobre todo de la población que vive en el sector, manifestando el permanente mal olor que emana esta fuente hídrica, el peligro que representa para la salud de la población y el riesgo ambiental que provoca; pidiendo reiteradamente la reubicación del Parque Industrial.

Cabe recalcar que ETAPA, entidad municipal de la Ciudad de Cuenca, realizó estudios durante los periodos 2006 y 2007, mediante un Programa de Monitoreo Biológico, en el que se llegó a determinar que *el río Machángara cuando atraviesa el Parque Industrial y el Camal Municipal (Mc9), el impacto que sufre es muy fuerte y la calidad del agua se deteriora a **clase V**, considerada como “Aguas fuertemente contaminadas”*.

Por los antecedentes antes expuestos, sería interesante cuestionarse ¿Qué grado de contaminación ha provocado el Parque Industrial durante estos 41 años? ¿Qué medidas y correctivos han implementado las autoridades municipales una vez que se supieron de la calidad de agua en este sector? ¿Constituyen los sedimentos del río Machángara una fuente de peligro para la vida acuática y la salud?, ¿Existe un riguroso control de las autoridades, sobre la descargas de aguas residuales industriales?, con todas estas interrogantes sería interesante realizar un estudio, que permita conocer la realidad de los hechos y para ello se ha propuesto el desarrollo de esta tesis, en los que se plantearon los siguientes objetivos.

OBJETIVO PRINCIPAL:

Evaluar la calidad de los sedimentos en relación a su contenido en metales pesados (Pb, Cd, Zn) en su fase móvil y sus efectos biológicos sobre el ecosistema mediante ensayos ecotoxicológicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar las concentraciones en las fracciones biodisponibles de los metales Cd, Pb y Zn durante las época de estiaje.
- Cuantificar el pH de las aguas del río Machángara en los sectores donde serán tomadas las muestra de los sedimentos.
- Precisar los efectos tóxicos de los sedimentos mediante los bioensayos de toxicidad aguda sobre *Eisenia foetida*, inhibición en la germinación y crecimiento de la raíz de *Lactuca sativa L*, *Zea mays*, y *Phaseolus vulgaris*.



CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Toxicidad y bioacumulación de los metales pesados

El grado de toxicidad potencial y la biodisponibilidad que un metal pesado presenta en un ambiente dado, depende de una serie de factores, que si bien están interrelacionados, los hemos clasificado en dos grupos: factores abióticos y bióticos. (Galán Huertos, 2008, págs. 4-5), (Gonzalez Flores, 2011, págs. 292-293)

Factores Abióticos:

- a) *Factores inherentes al metal*, entre los que se encuentran la **naturaleza del metal, su abundancia, disponibilidad en el medio**, su estado molecular específico y su tiempo de permanencia en el sistema.
- b) Factores físico-químicos ambientales, principalmente el **pH, potencial redox, presencia de iones inorgánicos (tanto aniones, como cationes), existencia de minerales de arcilla e hidróxidos metálicos, cantidad de materia orgánica, temperatura, contenido de oxígeno, etc.** Todos los factores inherentes al metal son modificables por factores físico-químicos y ambientales.

2.1.1 Factores inherentes al metal

La toxicidad depende en primer lugar de la propia naturaleza del metal y de su disponibilidad en el ambiente.

2.1.2 Factores físico-químicos ambientales

- a) El pH afecta a la especiación química y a la movilidad de muchos metales pesados (Sobrero, 2010, pág. 88). Este factor juega un papel importante en las interacciones de los metales pesados con parámetros como la dureza del agua y con los compuestos orgánicos (Sobrero, 2010, pág. 88)
- b) El potencial redox de un ambiente dado influye sobre los fenómenos de especiación metálica. Los equilibrios redox están controlados por la actividad de electrones libres en el agua. A altos valores de E_h se asocian a fenómenos oxidantes; mientras que a bajos valores del mismo lo hacen reductores (Galán Huertos, 2008, págs. 4-5).

- c) Los iones inorgánicos presentes en las aguas, tanto aniones como cationes, tienen una gran influencia sobre la toxicidad de los metales pesados, debido a la formación de compuestos insolubles, como carbonatos o a la adsorción sobre carbonato cálcico” (RODRIGUEZ HERMOGENES, 2001, págs. 6-7). Esto sucede especialmente cuando se produce la mezcla de aguas de diferentes orígenes, como son los vertidos industriales y domésticos.

2.1.3 Factores bióticos

El comportamiento de los metales no depende solo de parámetros físico-químicos, también pueden ser afectados por factores biológicos que intervienen en la solubilización de los elementos inorgánicos, alteración de minerales y formación de depósitos (RODRIGUEZ HERMOGENES, 2001, pág. 17)

2.2 EXTRACCIÓN QUÍMICA SECUENCIAL DE LOS SEDIMENTOS

Comisión Europea a través del Community Bureau of Reference (BCR), que a partir del año 2002 se denomina Standard Measurement and Testing Program (SM&TP).

Tabla 1: Extracción secuencial propuesto BCR SM&T-SES.

Fase	Reactivos y condiciones
Fracción de metal Intercambiable soluble en ácido y agua	Agitación por 16 h con 0.11 mol l ⁻¹ ácido acético
Fracción de metal Reducible	Agitación por 16 h con 0.1 mol l ⁻¹ clorhidrato de hidroxilamina, pH = 1.5
Fracción de metal Oxidable	Digestión con peróxido de hidrógeno a temperatura ambiente, evaporación, redigestión y evaporación, luego agitación por 16 h con 1.0 mol l ⁻¹ acetato de amonio.
Residual	Digestión con Agua Regia (ISO 11466 protocolo)

Fuente: Pérez G. y Valiente M. [3]

Etapa 1. Fracción intercambiable. Esta fracción incluye metales adsorbidos débilmente sobre superficies sólidas del suelo (arcillas, óxidos de Fe y Mn, materia



orgánica) y que están retenidos por una interacción electrostática relativamente débil. Estos metales pueden ser liberados por un proceso de intercambio iónico.

Los iones metálicos intercambiables son una medida de aquellos metales pesados que son liberados más fácilmente en la solución del suelo. Esta etapa representa la fracción con mayor biodisponibilidad.

Etapa 2. Fracción reducible. Se extraen metales pesados asociados principalmente a óxidos e hidróxidos de Fe y Mn. Los metales pueden estar enlazados a los óxidos de Fe y Mn por alguno de los siguientes mecanismos o la combinación de ellos: la coprecipitación, la adsorción, la formación de complejos de superficie, el intercambio iónico y la penetración en la estructura cristalina. Los metales pesados unidos a estos minerales son inestables en condiciones reductoras. Esta fracción ocupa el segundo lugar respecto a la biodisponibilidad de metales pesados, hacia la solución del suelo.

Etapa 3. Fracción oxidable. Los metales pesados pueden estar asociados por medio de reacciones de complejación a la MO del suelo. Las formas metálicas solubles son liberadas cuando la MO es atacada en condiciones oxidantes severas. La biodisponibilidad de esta fracción depende en gran medida del tipo de MO.

La cuarta fracción recomendada por el protocolo de extracción BCR, proporciona información sobre la concentración de metales que no fueron extraídos en las etapas anteriores y que se considera están recluidos en la estructura cristalina de minerales primarios (López Julián, 2011, págs. 291-301)

2.3 Ecotoxicología

“La ecotoxicología, rama de la ciencia que estudia y analiza los efectos de agentes químicos y físicos sobre organismos vivos, con particular atención a poblaciones y comunidades de ecosistemas definidos”. (Castillo Morales, Monitoreo de suelos contaminados mediante pruebas Ecotoxicológicas, 2004, pág. 18)

La ecotoxicología es una herramienta útil, que ayuda a determinar los efectos de los contaminantes sobre la salud del suelo, agua y aire; valora la eficiencia de las medidas de remediación para sanearlo. Los contaminantes más comunes que pueden ser evaluados mediante pruebas ecotoxicológicas son los metales pesados,



plaguicidas e hidrocarburos, compuestos que son considerados altamente tóxicos por su bioacumulación y persistencia en el medio ambiente. Una de las ventajas de la ecotoxicología es la de determinar los efectos de los contaminantes a concentraciones bajas sobre organismos sensibles, para lo cual, se aplican pruebas en laboratorio o en el campo. Estas pruebas proporcionan información de los efectos tóxicos sobre: el crecimiento, reproducción y mortalidad de las especies, que se encuentren en los sitios contaminados.

El empleo de bioindicadores en sitios contaminados, da una respuesta indirecta de la toxicidad y permite integrar la toxicidad y la forma en que un contaminante es tomado por un organismo(Cuevas Díaz, Espinoza Reyes, Ilizitaliturri Hernández, & Mendoza Cantú, 2012, págs. 47-48).

Para cubrir de manera exitosa las pruebas se han empleado algunos criterios de selección(Cuevas Díaz, Solíz Dominguez, & Martínez Toledo, 2012, págs. 4-5).

- Ser de fácil observación y medición.
- Tener límites de tolerancia estrechos, en relación con variables ambientales.
- Las respuestas deben diferir ante estímulos distintos.
- Garantía de su pureza taxonómica
- Ser fácil de muestrear.
- Amplia distribución geográfica.
- Sensibles a un amplio espectro de contaminantes
- Con sensibilidad a bajas concentraciones
- Conocer bien la biología de su especie (ciclo de vida, comportamiento, condiciones de desarrollo, etc.).
- Su sensibilidad no es redundante en relación con otras especies, es decir que no produce el mismo tipo de respuestas que otros organismos.

El suelo es uno de los compartimentos ambientales más vulnerables, debido a la alteración de sus propiedades físicas, químicas y biológicas ocasionadas por los contaminantes(Cuevas Díaz, Solíz Dominguez, & Martínez Toledo, 2012, págs. 4-5).



- **Propiedades físicas:** formación de una capa impermeable que reduce el intercambio de gases y la penetración de agua.
- **Propiedades químicas:** cambios en las reacciones de oxido-reducción.
- **Propiedades biológicas:** inhibición de la actividad microbiana (bacterias, hongos, protozoos, etc.), o daños en las plantas y los animales que viven dentro o sobre el suelo, e inclusive, en sus consumidores o depredadores (Cuevas Díaz, Solíz Dominguez, & Martínez Toledo, 2012).

“Los bioensayos son herramientas adecuadas para evaluar los efectos tóxicos de mezclas complejas, como son las descargas de aguas residuales industriales, las pruebas fisicoquímicas no resultan suficientes para valorar los efectos potenciales sobre la biota acuática y terrestre de las aguas residuales provenientes de efluentes industriales” (Gonzalez Flores, Tornero Campante, & Sandoval Castro, 2011, págs. 291-301).

“Es conocido que organismos con el mismo y diferente nivel trófico respondan de forma distinta a un amplio rango de contaminantes, solos o en mezclas, de ahí que se deba utilizar una batería de bioensayos que incluya distintas medidas y distintos medios de exposición para proteger de modo efectivo todos los compartimentos ambientales, para ello se han desarrollado diferentes estrategias de combinaciones de bioensayos con diferentes especies” (Ramírez Romero & Mendoza Cantú, 2008, págs. 16-17).

Los bioensayos de toxicidad con semillas, evalúan los efectos adversos de los contaminantes en el proceso de germinación y desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento. Como respuesta se determina la inhibición en la germinación y la elongación de la radícula. Cabe destacar, que durante la germinación en los primeros días de desarrollo, ocurren numerosos procesos fisiológicos en los que la presencia de un compuesto tóxico puede interferir y alterar la supervivencia y el desarrollo normal de las plántulas (Ramírez Romero & Mendoza Cantú, 2008, pág. 17).

“Estos bioensayos son pruebas agudas, con exposición a 14 días, en la que se exponen las semillas a varias diluciones de los extractos del suelo problema, y posteriormente se mide la inhibición de la germinación, el crecimiento temprano de

las plántulas, y la producción de biomasa a través de las concentraciones efectivas medias (CE50), las cuales representan las concentraciones de los extractos de suelo que ocasionan una inhibición del 50 % en cada una de estas respuestas, comparadas con la respuesta máxima observada en el control negativo"(Ramírez Romero & Mendoza Cantú, 2008, págs. 16-17)

"Los ensayos pueden ser aplicados para evaluar la toxicidad de compuestos puros solubles, aguas superficiales (lagos, ríos), aguas subterráneas, aguas para consumo humano, aguas residuales domésticas e industriales, además de lixiviados de suelos, sedimentos, lodos u otras matrices sólidas" (Bowers et al 1997; Cheung et al 1989; Dutka 1989 citado en Ramírez y Mendoza 2008, 16-17).

A continuación se muestra un resumen del protocolo "Ensayos de toxicidad aguda con semillas de lechuga" citado en (Ramírez Romero & Mendoza Cantú, 2008, págs. 55-76). Este mismo protocolo se aplica a semillas de otras plantas vasculares como por ejemplo *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* cuyo objetivo sea determinar toxicidad aguda.

Organismos de prueba

En este ensayo se usan semillas de lechuga de la especie *L. sativa* L variedad mantecosa.

Obtención, control y conservación de las semillas

La obtención de las semillas de lechuga o de otras semillas se realiza en locales de productos agrícolas, procurando que sean semillas sin curar (sin fungicidas o plaguicidas), con buen poder germinativo y baja variabilidad en la elongación de la radícula e hipocótilo.

Verificación de la viabilidad de las semillas

Previo a la implementación de la prueba, es recomendable verificar que cada lote nuevo de semillas que se utilice tenga un porcentaje de germinación superior al 90%, sincronización en la germinación y baja variabilidad de la elongación de la radícula e hipocótilo (coeficiente de variación <30%).

Ensayos de toxicidad aguda con semillas de lechuga o de otras plantas vasculares



Es necesario además caracterizar las condiciones de germinación del lote de semillas, evaluando la respuesta frente a la luz (fotoblastismo positivo o negativo: germinación en presencia o ausencia de luz, respectivamente) y la temperatura óptima de germinación.

Con el fin de reducir la variabilidad en los resultados, para el caso de semillas no seleccionadas y que presenten gran heterogeneidad en el tamaño, es conveniente realizar una selección previa descartando las fracciones de mayor y menor tamaño y utilizando solamente la fracción más numerosas y de tamaño intermedio. La fracción de menor tamaño puede presentar un alto porcentaje de semillas vanas, mientras que las semillas de mayor tamaño pueden ser más vigorosas, variando la sensibilidad frente a los compuestos tóxicos.

Si no es posible obtener lotes de semillas con poder germinativo igual o mayor al 90%, se debe aumentar el número de semillas por caja para obtener un número mínimo de 18 semillas germinadas. Por otra parte, si se desea aumentar la confiabilidad de los resultados, o en caso de contar con semillas que posean una alta variabilidad en la elongación de la radícula de los controles negativos, aun habiéndolas seleccionado de tamaño uniforme, se recomienda aumentar el número de replicas por tratamiento.

Las semillas seleccionadas se almacenan fraccionadas a 4°C, en oscuridad y en ambiente seco. Conservadas en estas condiciones mantienen su vigor al menos durante 2 años. Un indicador de la reducción de la vitalidad y envejecimiento de las semillas es la reducción en el poder germinativo y el aumento en la variabilidad de las medidas de elongación de radícula e hipocotilo en el control negativo. En este caso se recomienda realizar las pruebas de toxicidad utilizando un nuevo lote de semillas.

Procedimiento de prueba

Preparación de las diluciones

Para realizar una curva dosis respuesta se recomienda preparar un mínimo de 5 o 6 diluciones de la muestra o compuesto a estudiar de manera que se obtengan valores de toxicidad intermedios entre el 100 y 0%. Para las muestras ambientales se recomienda el uso de un factor de dilución de 0.3 o 0.5 para la preparación de la

serie de diferentes concentraciones. El uso de un factor de 0.3 permite evaluar la toxicidad considerando el intervalo entre el 100% y 1% de la muestra realizando 5 diluciones (100, 30, 10, 3 y 1%). Al aplicar un factor de dilución de 0.5, es necesario utilizar mayor número de diluciones. Ensayos para agua dulce para abarcar el mismo intervalo de concentraciones (100, 50, 25, 12,5, 6, 3 y 1.5%) pero se obtiene mayor precisión en los resultados. Para la preparación de cada dilución se utiliza agua dura reconstituida (es posible el uso de agua mineral dura para consumo humano), realizando el control negativo con el agua de dilución empleada.

Para el caso de las muestras cuya toxicidad es desconocida, previo a la realización de la prueba definitiva, se sugiere hacer una prueba exploratoria (ensayo preliminar) utilizando diluciones logarítmicas (100, 10, 1, 0.1, 0.01) que permitan establecer el intervalo de concentración conveniente para obtener valores de efecto entre 100 y 0%, necesarios para calcular la CI₅₀.

Control de calidad de pruebas

Es importante establecer cuáles son los valores de elongación en el control negativo, así como la sensibilidad de las semillas frente al compuesto tóxico de referencia (control positivo), determinando para cada lote de semillas el valor de CE₅₀. Se realizan cartas control para evaluar el crecimiento en los controles negativos de la elongación de la radícula y de la sensibilidad frente al compuesto tóxico de referencia de la CE₅₀ para el Zn(II) preparado a partir de sulfato de zinc). Como se mencionó anteriormente, la reducción en el poder germinativo (<90%) y el aumento en la variabilidad de las medidas de elongación de radícula e hipocotilo en el control negativo a lo largo del tiempo, son indicadores de la reducción de la vitalidad y envejecimiento de las semillas. En este caso se recomienda utilizar un nuevo lote de semillas.

Desarrollo de la prueba

Para llevar a cabo el ensayo se deben realizar los siguientes pasos:

Colocar en cada caja Petri un disco de papel de filtro

Marcar correctamente cada caja con la dilución correspondiente, así como la fecha y hora de inicio y término del bioensayo.

Saturar el papel de filtro con 4 o 5 mL de la dilución evitando que se formen bolsas de aire.



Con la ayuda de una pinza, colocar cuidadosamente 20 semillas.

Ensayos de toxicidad aguda con semillas de lechuga deben tener un espacio suficiente entre las semillas para permitir la elongación de las raíces.

Tapar las capsulas y colocarlas en bolsas plásticas para evitar la pérdida de humedad. Dado que algunas variedades de semillas de lechuga requieren oscuridad para que se produzca la germinación (semillas fotoblásticas negativas), las cajas de Petri deben cubrirse de la luz inmediatamente después de colocarlas las semillas en su interior y durante el periodo de ensayo.

Incubar por 120 horas (5 días) a una temperatura de $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Realizar repeticiones para cada dilución ensayada.

Condiciones recomendadas para las pruebas de toxicidad aguda con *Lactuca sativa*

Tipo de ensayo Estático

Temperatura $20 \pm ^{\circ}\text{C}$

Calidad de luz Oscuridad

Volumen de la solución de prueba 4 mL

Agua de dilución agua dura reconstituida

Número de semillas por replica 20

Número de replicas 3

Duración de la prueba 120 horas

Efecto medido Inhibición en la elongación de la radícula e hipocotílo.

Inhibición en la germinación

Resultado final CE50 o CI50 o % inhibición

Aceptabilidad de los resultados Germinación > 90%

Control positivo y negativo de acuerdo con los valores admitidos en las cartas control.

Control positivo Zn (II) a partir de ZnSO_4

Medida de los puntos finales de evaluación de la fitotoxicidad

Cada punto final se evalúa comparando el efecto generado en los organismos expuestos a la muestra con respecto a la respuesta en los organismos del control negativo, sujetos a las mismas condiciones de ensayo, excepto por la ausencia de muestra. Terminado el periodo de exposición (120 horas), se procede a cuantificar el efecto en la germinación y en la elongación de la radícula y del hipocotílo.

Efecto en la germinación

Registrar el número de semillas que germinaron normalmente, considerando como criterio de germinación la aparición visible de la radícula.

Ensayo estático

Registro de signos de fitotoxicidad

(Necrosis, efectos en pelos absorbentes)

Registro de semillas germinadas

Medición de la elongación de la radícula y del hipocotílo

Calculo del porcentaje de inhibición

Calculo de la CI50

Evaluación de efectos fitotóxicos agudos

Ensayos de toxicidad aguda con semillas de lechuga

Efecto en la elongación de la radícula e hipocotílo

Utilizando una regla o papel milimetrado, medir cuidadosamente la longitud de la radícula de cada una de las plántulas, correspondientes a cada concentración del compuesto toxico o dilución de muestra y a los controles. La medida de elongación de la radícula se considera desde el nudo (región más engrosada de transición entre la radícula y el hipocotílo) hasta el ápice radicular. La medida de elongación del hipocotílo se considera desde el nudo hasta el sitio de inserción de los dos cotiledones

Antes de retirar las plántulas de las cajas Petri para evaluar el efecto en los puntos finales anteriormente mencionados, es importante realizar una observación detallada del estado general de las mismas y del crecimiento de la radícula sobre el papel de filtro. Informar cualquier indicador de fitotoxicidad o de crecimiento anormal en las plántulas tratadas y en los controles (ápices radiculares con necrosis, pelos



absorbentes poco desarrollados, radículas con crecimiento ensortijado, necrosis en los cotiledones, etc.). La necrosis (presencia de tejido muerto) se evidencia como manchas localizadas decoloración parda, blanca o marrón. Al evaluar el efecto en la germinación, consignar además aquellas semillas con germinación anormal (emergencia de cotiledones o cotiledones e hipocotílo solamente, pero sin emergencia de la radícula) o con desarrollo de hongos.

Un procedimiento factible de realizar para facilitar la medición de la radícula e hipocotílo, es proceder a congelar las cajas Petri correspondientes a todos los tratamientos y descongelarlas a medida que se van midiendo (no conservar el material luego de ser descongelado). De esta manera las plántulas descongeladas adquieren una consistencia blanda, favoreciendo la medición. Si se procede a evaluar el efecto sobre las plantas descongeladas es importante proceder de igual manera con todas las replicas de la prueba. Este procedimiento reduce la variabilidad en las medidas, principalmente cuando el crecimiento de las radículas es ensortijado o no es parejo. Por otro lado, antes de congelar el material se debe realizar previamente la observación general de efectos fitotóxicos en las plantas vivas al finalizar el periodo de exposición.

2.3.1 Bioensayos con lombrices

Las lombrices son importantes en la fauna del suelo, pues constituyen gran parte de la biomasa animal edáfica en varios ecosistemas. Desempeñan un papel ecológico primordial debido a su influencia en la descomposición de la materia orgánica, en el desarrollo de la estructura del suelo, en el ciclo de los nutrimentos y como bioindicadores ambientales, estas pruebas están internacionalmente aceptadas, permitiendo la normalización de los estudios y comparaciones internacionales (Cuevas Díaz, Espinoza Reyes, Ilizaliturri Hernández, & Mendoza Cantú, 2012, págs. 225-232).

El parámetro toxicológico relevante de la prueba es la DL50 o concentración letal media, que se define como, la concentración a la cual mueren el 50% de la población. La determinación del valor de toxicidad a corto tiempo, como la DL50 de una sustancia química, es un indicador útil del efecto biológico potencial de éste si se libera al ambiente.



La prueba subcrónica, determina el efecto del contaminante sobre la reproducción, con duración de ocho semanas (Cuevas Díaz, Espinoza Reyes, Ilizitalurri Hernández, & Mendoza Cantú, 2012, págs. 225-232).

Por lo tanto, las pruebas de la OCDE (Organización Europea para la Cooperación y el Desarrollo Económico), la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.) y la ISO (International Organization for Standardization), entre otros, han adoptado la clase *E. foetida* para las pruebas de toxicidad aguda.

Protocolo: prueba de mortalidad en lombrices

Fundamento del método

Este bioensayo es una prueba aguda, con exposición de 14 días, en la cual se miden la mortalidad a través de la concentración letal media (CL50), la cual representa la concentración del suelo problema que ocasiona la muerte (daño máximo) en el 50% de las lombrices que han sido expuestas.

Procedimiento

Preparación de los organismos

La prueba de mortalidad tiene una duración de 14 días. Antes de iniciar las pruebas, las lombrices deben vaciar sus intestinos, para lo cual se depositan en cajas de Petri sobre papel filtro humedecido con agua desionizada durante 5 h.

Finalmente, son lavadas, secadas y pesadas.

Desarrollo de la prueba

En los recipientes de vidrio se depositan de 50 a 100 g de suelo problema con una humedad del 45 % y un pH entre 6 y 7. El suelo control y las replicas deben mantenerse en las mismas condiciones de humedad y pH. Posteriormente se depositan cuarenta lombrices por recipiente, y estos se cubren con la tela sintética (organza). La tela evita la pérdida de humedad, pero permite que exista circulación de aire dentro de los recipientes.

Los recipientes se mantienen a una temperatura de $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ con luz continua.

Transcurridos los primeros siete días, se vacía el contenido de cada recipiente en uno nuevo y se observa el comportamiento, así como los movimientos de las

lombrices ante estímulos de tacto. Las lombrices son nuevamente depositadas en los contenedores originales para continuar con la prueba durante los restantes siete días. La humedad es medida y ajustada al 45 % (Cuevas Díaz, Espinoza Reyes, Ilizitalurri Hernández, & Mendoza Cantú, 2012, págs. 225-232).

Las lombrices no deben alimentarse durante los catorce días que dura la prueba.

Al término de la prueba (14 días), las lombrices son sacadas de los recipientes y depositadas en unos nuevos para determinar la mortalidad. Se cuentan los organismos vivos, el movimiento y las reacciones ante los estímulos de tacto. Las lombrices que no responden a esos estímulos se consideran muertas. También se pesan para registrar su ganancia de peso al término de la prueba. Finalmente, se mide la humedad y el pH de los suelos (problema y controles).

Cálculos

Los datos de supervivencia se expresan como porcentajes de mortalidad eliminando los valores extremos que, si la prueba se realizó bien, deben corresponder a 0 % y 100 %; para ello se utiliza la tabla de conversión Probit, transformando los porcentajes de mortalidad restantes mediante dicha tabla. Se construye una gráfica representando en el eje de las ordenadas los porcentajes de mortalidad transformados, y en el eje de las abscisas el logaritmo de las concentraciones. Se hace un ajuste a la recta de la gráfica mediante el método de mínimos cuadrados y se interpola el valor de la CL50 desde el valor Probit que corresponde al 50 % de mortalidad. A este valor se le saca su antilogaritmo o se sustituye el valor de y (0.5) en la ecuación de la recta ajustada, lo que da un valor más exacto (Castillo Morales, Ensayos Toxicológicos y Métodos de evaluación de Calidad de Aguas, 2004, págs. 99-110).

Reporte

Para elaborar el reporte se recomienda incluir los siguientes puntos

El tipo de contaminante presente en el suelo problema y su concentración.

- La mortalidad (CL50) registrada en el suelo control y en las réplicas del suelo problema.
- La concentración más baja del suelo problema que ocasiona el 100 % de mortalidad.



- El peso de las lombrices al inicio y al final de la prueba.
- La humedad y el pH de los suelos, registrados al inicio y al final de la prueba.

Control de calidad

La mortalidad en el suelo control no puede exceder el 10 %. El peso de las lombrices en el suelo control no debe ser mayor del 20 %, en relación con el peso inicial. Se debe asegurar que las lombrices se encuentren saludables antes del experimento, para lo cual deben responder a los estímulos de tacto y escapar de la luz (Castillo Morales, Ensayos Toxicológicos y Métodos de evaluación de Calidad de Aguas, 2004, págs. 99-110). Se debe conservar la misma temperatura durante todo el experimento. Los resultados no se consideran aceptables si en el control negativo, o sea sin compuestos tóxicos, la supervivencia es menor del 90 %.

Se debe probar la sensibilidad del organismo antes de la toma de muestra de suelo con el control positivo. Las lombrices deben provenir de una misma población para evitar variaciones en la prueba.

2.3.2 Análisis de riesgo para los ecosistemas

2.3.2.1 Evaluación del riesgo ecológico:

“Se define como el procedimiento para calcular la probabilidad de ocurrencia de que un impacto negativo se presente en cualquiera de los elementos de un ecosistema pudiendo ser ejercida en las especies individuales, en grupos de especies o en diferentes niveles tróficos” (Organización Panamericana de Salud, 2005)

“Permite estimar la probabilidad de que ocurran efectos adversos, de que una sustancia peligrosa para el medio supere una concentración umbral que origina daños en los organismos del medio” (Organización Panamericana de Salud, 2005)



El concepto de riesgo ecológico está referido al impacto de las actividades humanas hacia el medio ambiente; es decir hacia todos los organismos vivos de un área determinada y del medio físico – químico que se ven afectados por la convivencia cercana con el hombre.(Peña, Carter, & Ayala Fierro, 2001, págs. 102-125)

2.3.2.2 Riesgo Ambiental:

La probabilidad de que se produzca efectos adversos a la salud o al ambiente por la exposición y difusión de productos tóxicos peligrosos (Organización Panamericana de Salud, 2005).

El concepto de riesgo, implica la probabilidad de un efecto negativo sobre la salud humana, el medio ambiente así como el grado de peligro involucrado(Badii, 2005, págs. 17-24).

“Riesgo medio ambiental asume que no puede producirse daño en el medio ambiente si no existe algún agente con capacidad de producirlo, si dicho agente no tiene la posibilidad de exponerse a un receptor biológico y, por último, si considerando que existe dicha exposición, esto no se traduce a un efecto”(Peña, Carter, & Ayala Fierro, 2001, págs. 102-125).

2.3.2.3 Cuantificación del riesgo:

El riesgo medio ambiental de la sustancia viene expresado por la relación entre los parámetros PEC y PNEC.

$$\frac{PEC_{SEDIMENTO}}{PNEC_{ORGANISMOS SEDIMENTO}}$$

Las concentraciones de las sustancias en el medio ambiente (agua, suelo, sedimento, etc.) conocido con el nombre de PEC, implica la cuantificación de los

contaminantes en la zona de estudio a la que están expuestos los receptores biológicos.

Calculo del PNEC

1. Se selecciona el dato de toxicidad más sensible.
2. A este dato se le aplica un factor de seguridad; de forma que asegure la protección de otros organismos más sensibles o frente a otros efectos no considerados en los ensayos de toxicidad.

El cálculo de la PNEC se realiza atendiendo la siguiente razón:

$$PNEC = \frac{\text{Dato de Toxicidad más sensible}}{\text{Factor de Valoración (FV)}}$$

Dato de toxicidad a corto plazo (toxicidad aguda) CE50 de la especie más sensible.

Factor de valoración (FV) = 1000

Aceptabilidad de los datos:

A diferencia de las pruebas acuáticas de toxicidad no existen normas acordadas sobre las pruebas para la toxicidad del sedimento o para las especies, como tampoco normas sobre los métodos.

La información que pueda ser útil podría incluir la toxicidad hacia las lombrices y los animales que se alimentan por filtración. Si se dispone de cualquier información pertinente, esta debe usarse en forma análoga a la de los datos acuáticos, usando la PEC calculado para el sedimento. (Organización Panamericana de Salud, 2005)

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Evaluación de la calidad de los sedimentos en relación a su contenido en metales pesados (Pb, Cd, Zn) en su fase móvil.

Se evaluó la calidad de los sedimentos en relación a los metales pesados (Pb, Cd y Zn) en su fase biodisponible, utilizando el protocolo de la Comisión Europea (Rauret., 2002, págs. 57-61). Tomadas las muestras, estas fueron trasladadas a los laboratorios del Centro de Servicios y Análisis de Minerales Metálicos de la Universidad de Cuenca (CESEMIN) donde se realizaron los análisis químicos.

Las muestras recibieron un tratamiento previo a su análisis, como lo recomienda la norma: se secaron los sedimentos a temperatura ambiente bajo una campana extractora de olores, luego fueron sometidas a un proceso de molienda y tamizadas en una malla número 40, con la finalidad de obtener partículas menores a 0.420 μm para una extracción eficiente.

Extracción de la fase biodisponible: 1) Se pesó 1 g de muestra. 2) Se añadió 20 ml de ácido acético 0.11M a un tubo de polipropileno. 3) El tubo con la muestra y el solvente se colocó en un agitador horizontal durante 16 h a temperatura ambiente. 4) Se separó el extracto líquido del residuo sólido por centrifugación a 2400 rpm durante 20 minutos. 5) Se filtró el líquido sobrenadante en un papel filtro Whatman No. 40 y se almacenó a 4 grados centígrados hasta su análisis.

La cuantificación de los metales en los extractos se realizó, utilizando el equipo espectrofotómetro de absorción atómica. Los reactivos y patrones fueron de calidad estándar, como consta en las normas.

Los límites de cuantificación del equipo de absorción atómica fueron: 10 mg/Kg (0,001%) para el Pb y 1,35mg/Kg (0,00013%) para el Cd.

3.2 Cuantificación del pH de las aguas del río Machángara en los sectores donde fueron tomadas las muestra de los sedimentos.

El pH del agua se determinó mediante la técnica potenciométrica (Severiche Sierra, Castillo Bertel, & Acevedo Barrios, 2013, págs. 12-13), en cada uno de los sitios en los que fueron recolectados los sedimentos.



3.3 Análisis Ecotoxicológicos.

Se evaluaron los efectos fitotóxicos de los sedimentos mediante los bioensayos de toxicidad aguda sobre *Eisenia foetida* y la inhibición en la germinación y elongación de la raíz de las especies: *Lactuca sativa* L (Castillo Morales, Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas, 2004, págs. 71-79), *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*.

Ensayos:

1. Toxicidad aguda en *Eisenia foetida* (OECD207, 1984)
2. Inhibición de germinación y elongación de la raíz en las especies: *Lactuca sativa* (Lechuga), *Zea mays* (maíz) y *Phaseolus vulgaris* (frijol negro), para lo cual se utilizaron los protocolos de la Agencia del Medio Ambiente de Estados Unidos EPA (Environmental Pollution Agency) OPPTS 850.4100 (1996). OPPTS 850.4200 (1996) y OPPTS 850.4230 (1996).

3.3.1 Resultados

Expresión de los resultados de los bioensayos

Se realizaron los siguientes cálculos:

- Estadística descriptiva: media, mediana y desviación estándar.
- Estadística inferencial, comparación de poblaciones. Análisis de la varianza (ANOVA).
- Promedio y desviación estándar de la elongación de la radícula de las plántulas en cada repetición.
- Porcentaje de inhibición del crecimiento de la radícula, respecto al promedio de elongación del control negativo, en cada dilución.
- Porcentaje de inhibición en la germinación.
- Se elaboró una gráfica dosis-respuesta colocando en la ordenada el porcentaje de inhibición y en la abscisa la concentración del sedimento; utilizando el programa estadístico Probit se calculó la concentración del 50% de inhibición (CI50/CE50) por cada punto final evaluado. En el caso de que su inhibición fuera inferior al 50%, se calculó el NOEC y LOEC, mediante el análisis de comparación de medias (t *Student*, Dunnett) para verificar la significancia estadística en el porcentaje de efecto.

Los análisis ecotoxicológicos se realizaron en los laboratorios de FISIOLÓGIA VEGETAL de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

3.4 Estudio y diseño:

La investigación fue cuasi experimental y experimental cuantitativa:

1. Observacional: descriptivo
2. Analítico: transversal

3.5 Población, muestra y forma de muestreo.

Para los análisis químicos y ecotoxicológicos, se recolectaron nueve muestras de sedimentos superficiales, durante el período de estiaje, siguiendo la ruta del mapa (Parque Industrial), para cada uno de los ensayos. Las zonas de muestreo fueron inicio, parte media y final del Parque Industrial; en cada uno de los sitios fueron tomadas tres muestras (orilla derecha, orilla izquierda, estese empezó desde el final del Parque industrial continuando por la parte media para luego terminar en el inicio del parque industrial. La recolección de las muestras se realizó en sentido contrario al flujo de agua (remontando el cauce) con el fin de evitar la perturbación de las muestras, los resultados se interpretaron en el orden en que fueron recolectadas las muestras, manteniéndose esa numeración para los análisis químicos y ecotoxicológicos; por lo antes mencionado es necesario aclarar que en la codificación de las muestras la margen izquierda aguas arriba, corresponde a la ribera, donde se encuentra asentado el parque industrial y a la orilla del frente a la margen derecha. .

3.5.1 Numeración de las muestras:

Muestra #1: Final del parque industrial margen derecha.

Muestra #2: Final del parque industrial mitad del río

Muestra #3: Final del parque industrial margen izquierda **aguas arriba** (margen en el que se encuentra asentado el parque industrial).

Muestra #4: Parte media del parque industrial, margen derecha.

Muestra #5: Parte media del parque industrial, margen izquierda **aguas arriba** (margen del parque industrial)

Muestra #6: Parte media del parque industrial, mitad del río.

Muestra #7: Inicio del parque industrial margen derecha.

Muestra #8: Inicio del parque industrial, mitad del río.

Muestra #9: Inicio del parque industrial, margen izquierda **aguas arriba** (margen del parque industrial)



Figura 1: Río Machángara Sector Parque Industrial

Fuente: maps.google.com

Toma de muestras:



Figura 2: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.

Fuente: Autor



Figura 3: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.

Fuente: Autor



Figura 4: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.

Fuente: Autor



Figura 5: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.

Fuente: Autor



Figura 6: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.

Fuente: Autor



Figura 7: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.

Fuente: Autor



Figura 8: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.

Fuente: Autor



Figura 9: Recolección de Sedimentos en el río Machángara Sector Parque Industrial.

Fuente: Autor



Las muestras para el análisis Ecotoxológico, fueron etiquetadas e introducidas dentro de las cajas Fuller con anticongelante y enviadas a la ciudad de Guayaquil para los análisis correspondientes.

La cantidad de muestra recolectada, en cada uno de los sitios fue de aproximadamente 3Kg.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis de metales pesados Cd; Pb y Zn en los sedimentos del río Machángara sector del Parque Industrial, en la fase biodisponible.

Tabla 2: Resultados del Análisis de metales pesados y PH.

Fuente: Autor

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE METALES PESADOS Y pH				
# de Muestra SECTOR	AGUA	Metales pesados de los Sedimentos		
	pH	mg/Kg Cd	mg/Kg Pb	mg/Kg Zn
#1 Final del Parque Industrial Margen izquierda	6,14	No cuantificado	No cuantificado	1159,63
#2 Final del Parque Industrial Mitad del río	5,65	No cuantificado	No cuantificado	8,32
#3 Final del Parque Industrial Margen derecha	6,18	No cuantificado	No cuantificado	10,81
#4 Parte media del Parque Industrial Margen derecha	6	No cuantificado	No cuantificado	7,43
#5 Parte media del Parque Industrial Margen izquierda	6	No cuantificado	No cuantificado	12,97
#6 Parte media de Parque Industrial Mitad del río	7	No cuantificado	No cuantificado	6,82
#7 Inicio del Parque Industrial Margen derecha	6	No cuantificado	No cuantificado	7,43
#8 Inicio del Parque Industrial Mitad del río	6	No cuantificado	No cuantificado	8,53
#9 Inicio del Parque Industrial Margen Izquierda	6	No cuantificado	No cuantificado	9.44



Potencial de Hidrógeno pH: EL pH es una variable importante de la calidad del agua, por su influencia en muchos de los procesos químicos y biológicos dentro de un cuerpo de agua y en lo que tiene que ver con el tratamiento y suministro de agua.

El pH en la mayoría de aguas naturales está entre 6 y 8,5, aunque los límites máximos permisibles es de 6,5 a 8,5.

Los resultados obtenidos del pH de las aguas del río Machángara, en los lugares donde se tomaron las muestras fueron: 5,65 en la mitad del río al Final del Parque Industrial y 7 en la mitad del río en la Parte Media del Parque Industrial; para el resto de lugares el pH fue 6. Ver tabla 2.

La cuantificación de metales en los sedimentos en su fase biodisponible, se realizó en el equipo espectrofotómetro de absorción atómica.

El límite de cuantificación para el Pb, de acuerdo al método fue de: 10mg/Kg (0,001%).

El límite de cuantificación para el Cd, de acuerdo al método fue de: 1,35 mg/Kg (0,00013%).

No se detectaron Pb ni Cd en la fase biodisponible. Ver tabla 1

La concentración de Zn en la fase biodisponible al final del parque industrial en su margen izquierda aguas arriba fue de 1159,63 mg/Kg. Ver tabla 1

Para los ocho lugares restantes la concentración de Zn en la fase biodisponible oscila entre 7,43 mg/Kg y 12,97 mg/Kg

4.2 Resultados del análisis ecotoxicológico

4.2.1 *Eisenia foetida*. Toxicidad aguda

Los invertebrados del suelo y en particular la lombriz de tierra, son buenos indicadores por ser vulnerables a los impactos de los contaminantes en el suelo, por lo que se recomienda utilizar en pruebas ecotoxicológicas.

La toxicidad aguda con la *Esenia foetida* fue realizada utilizando, sustrato de suelo artificial y sedimento, en un tiempo de exposición de catorce días. El número de organismos utilizados para cada dilución de sedimento fueron cuarenta; las diluciones del sedimento fueron seis: 50%; 25%; 25%, 12,5%, 6,25% 3,13% y 1,56%.

Parámetros a medir:

EFFECTO LETAL: Causa la muerte por acción directa, como consecuencia de la exposición a una determinada concentración del agente tóxico.

EFFECTO SUBLETAL: Se produce por debajo del nivel que causa la muerte, directamente como resultado de la exposición a una determinada concentración del agente tóxico.

Clasificación de efectos subletales en *Eisenia foetida*:

- a. Reacción disminuida al estímulo mecánico
- b. Pérdida de fluido celómico
- c. Daños en la región clitelar.
- d. Presencia de abultamientos y constricciones

RESULTADOS

Los resultados del Análisis de Toxicidad Aguda para la especie *Eisenia foetida*, constan en el anexo 1

4.2.1.1 Inicio del parque industrial

Efecto Letal

En la margen izquierda, el porcentaje de muertes fue superior a los de la margen derecha y mitad del río. A la concentración del 50% de sedimento el número de muertes se duplicó en la margen izquierda ya la concentración del 6,25% de sedimento, en la margen izquierda, se produjo el 15% de muertes; mientras que en la mitad del río y la margen derecha, todos los organismos permanecieron vivos.

Los resultados que se obtuvieron para la margen derecha y mitad del río, fueron muy parecidos, salvo en algunas diluciones de sedimento, en donde la margen derecha fue ligeramente superior.

Efectos subletales

En la margen izquierda a la concentración del 50% de sedimento se presentaron, efectos subletales similares a los de la mitad del río y la margen derecha como: reacción disminuida al estímulo mecánico; pérdida del fluido celómico; daños de la región clitelar; presencia de abultamientos, este último no se presentó en la mitad del río y la margen derecha.

4.2.1.2 Parte media del parque industrial

Efectos letales

A las concentraciones de 50%; 25% y 12,5% de sedimento, la margen izquierda presentó el mayor porcentaje de mortalidad, en comparación con los de la mitad del río y la margen derecha. A la concentración de 6,25% de sedimento, no existieron diferencias entre la margen izquierda y derecha.

Los resultados fueron similares en la margen derecha y mitad del río a las concentraciones de 50% y 25%; pero a concentraciones bajas de sedimento: 12,5 y 6,25 de sedimento, el mayor porcentaje de muertes se presentó en la margen derecha.

Efectos subletales

En la margen izquierda y derecha a la concentración del 50% de sedimento, presentaron los efectos subletales a, b, c y d; y en la mitad del río los efectos a, b y c.

A la concentración del 25% de sedimento, la margen izquierda presentó los efectos subletales a y b; mientras que la mitad del río presentó el efecto subletal b y la margen derecha el efecto subletal d.

A la concentración del 12,5% la margen izquierda presentó el efecto subletal d.

4.2.1.3 Final del parque industrial

Efectos letales

No existieron diferencias entre la margen izquierda, derecha y mitad el río, donde los porcentajes de muertes fueron semejantes, en todas las concentraciones de sedimento.

Efectos subletales

En relación a los efectos subletales a las concentraciones de 50% y 25% se presentaron los mismos efectos en la margen izquierda, derecha y mitad del río.

4.2.1.4 Margen derecha

Efectos letales

El final del parque Industrial presentó el mayor porcentaje de organismos muertos aún a concentraciones bajas de sedimento, comparados a los del inicio y parte media del Parque Industrial.

Efectos subletales

El final del Parque Industrial se presentaron los efectos subletales: a, b, c y d; a la concentración más alta de sedimento, en comparación con la parte media e inicio del Parque Industrial donde se presentaron efectos subletales a, b y c.

4.2.1.5 Mitad del río

Efectos letales

El final del Parque Industrial presentó el mayor porcentaje de muertes y al inicio del Parque Industrial el menor porcentaje. Esta diferencia se evidenció aún más a concentraciones bajas de sedimento.

Efectos subletales

A la mayor concentración de sedimento se presentaron efectos subletales como: reacción disminuida al estímulo mecánico, pérdida del fluido celómico en el inicio, parte media y final del parque industrial, en este último se observó además abultamientos y constricciones.



4.2.1.6 Margen izquierda

Efectos letales

No existieron diferencias entre el final y parte media del Parque Industrial, donde sus resultados fueron casi iguales, para todas las concentraciones de sedimento; sin embargo, el inicio del parque industrial presentó una ligera diferencia.

Efectos subletales

A la concentración del 50% de sedimento, se presentaron efectos subletales como: reacción disminuida al estímulo mecánico, pérdida del fluido celómico, daños de la región clitelar y presencia de abultamientos y constricciones en el inicio, parte media y final del parque industrial.

4.3 Inhibición de la germinación de las semillas atendiendo: especie, lugar y concentración de sedimento

Se determinó la inhibición de la germinación de las semillas, en las plantas vasculares: *Lactuca sativa*, *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*, por su sensibilidad ante la presencia de sustancias tóxicas, en comparación con semillas de otras especies de plantas terrestres (Wang, 1991, págs. 381-400).

En los bioensayos de toxicidad con semillas se evaluó, los efectos adversos de los contaminantes en el proceso de germinación, y en el desarrollo de las plántulas en los primeros días de crecimiento.

Fundamento del método

Para determinar la toxicidad aguda de los sedimentos, se utilizaron las semillas de *Lactuca sativa*; *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*, con un tiempo de exposición de 14 días a varias concentraciones de sedimento (100%; 50%; 25%; 12,5% y 6,25%); donde el punto final, fue la medida de la inhibición de la germinación con respecto al control. Para cada dilución de sedimento se realizaron tres réplicas y sus resultados representan el promedio de los porcentajes.

La inhibición de la germinación se realizó, siguiendo los protocolos AOPPTS 850.4100 (1996), OPPTS 850.4200 (1996) y OPPTS 850.4230 (1996) de la Agencia del Medio Ambiente de Estados Unidos EPA (Environmental Protection Agency).

Las tablas representan el promedio de los porcentajes de inhibición (**Ver Anexo 2**) de la germinación de la semilla, para cada especie, lugar y concentración del sedimento.

Con el propósito de precisar los efectos tóxicos de los sedimentos tomados en diferentes lugares del río Machángara, sobre la inhibición de la germinación de las semillas; se establecieron comparaciones bilaterales entre poblaciones, en sentido longitudinal (margen izquierda, mitad del río y margen derecha) y verticales (inicio, parte media y final del parque industrial), utilizando el análisis estadístico inferencial ANOVA o análisis de varianza; con un grado de significancia bilateral $\alpha = 0,05$.

Ver anexo 2.

4.3.1 Inhibición de la germinación de la especie *Lactuca sativa*

4.3.1.1 Inicio del parque industrial

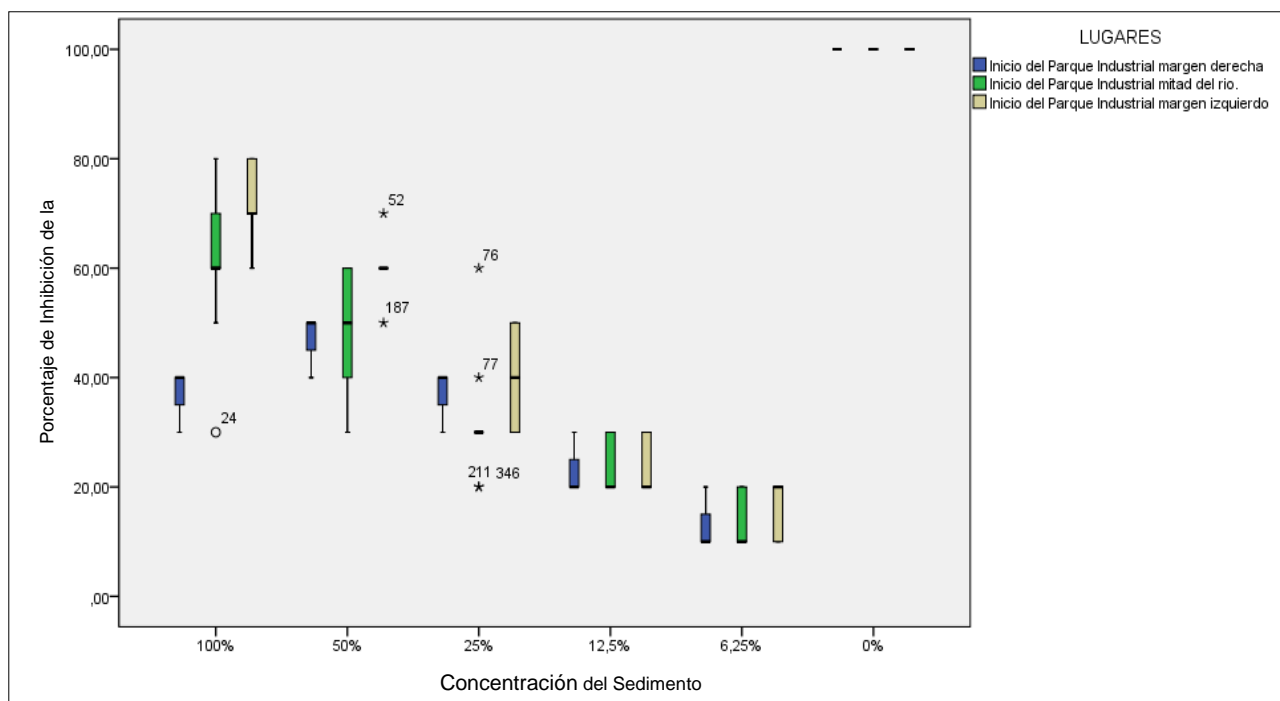


Figura 10: Inicio del Parque Industrial % de Inhibición de la Germinación Variable: *Lactuca sativa*.

Fuente: Autor

A la concentración del 100% de sedimento:

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre la margen izquierda y la mitad del río, ver gráfico.
2. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, de la margen derecha con la mitad del río y la margen izquierda; presentándose la mayor inhibición en la margen izquierda y mitad del río.

A la concentración del 50%.

1. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre la margen izquierda y derecha; así como entre la mitad del río y la margen izquierda. La mayor inhibición presentó la margen izquierda. Ver gráfico.

A las concentraciones del 25%; 12,5% y 6,25%

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre las márgenes izquierda, derecha y mitad del río. Ver gráfico.

4.3.1.2 Parte media del parque industrial

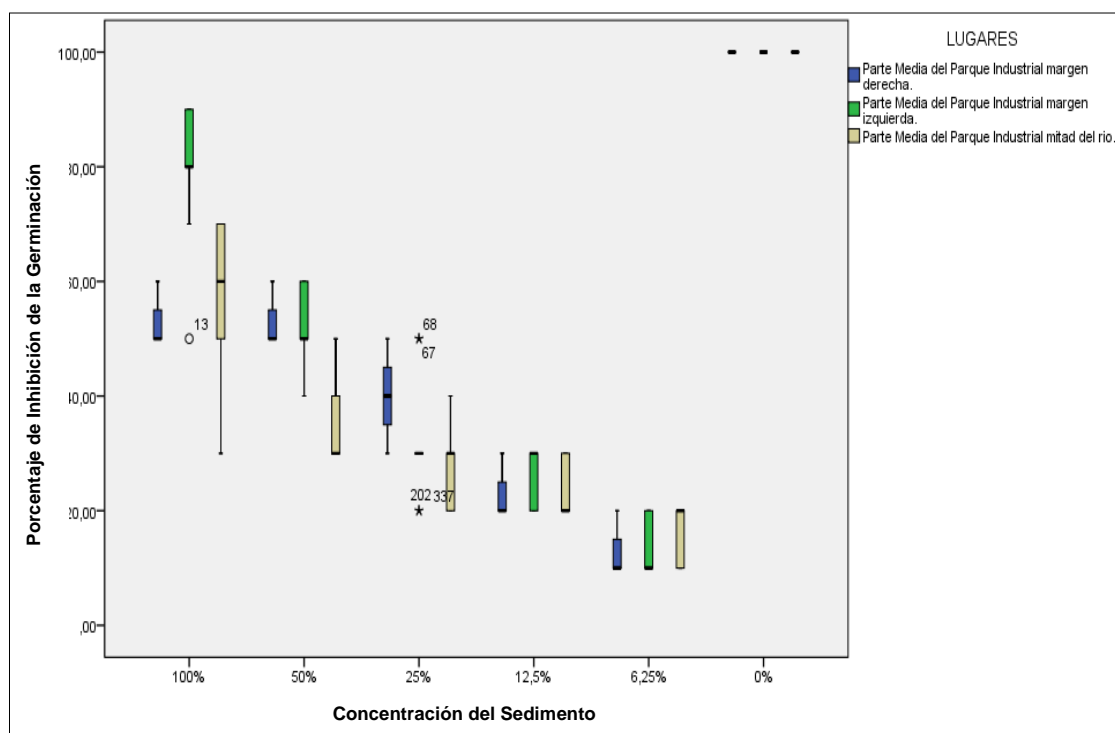


Figura 11: Parte media del Parque Industrial % de inhibición de la germinación variable: Lactuca sativa.

Fuente: Autor

A la concentración del 100%

1. **No existieron diferencias significativas**, entre la margen derecha y mitad del río; como entre la margen izquierda y derecha.
2. **Existieron diferencias significativas** entre la mitad del río y la margen Izquierda. La mayor inhibición presentó la margen izquierda.

A las concentraciones del 50%, 25%.

3. Existieron diferencias en la margen izquierda y derecha con la mitad del río, esta última presentó la menor inhibición.

A las concentraciones de 12,5% y 6,25%.

No existieron diferencias significativas en la inhibición de la germinación entre sus márgenes izquierdos, derecha y mitad del río,

4.3.1.3 Final del parque industrial

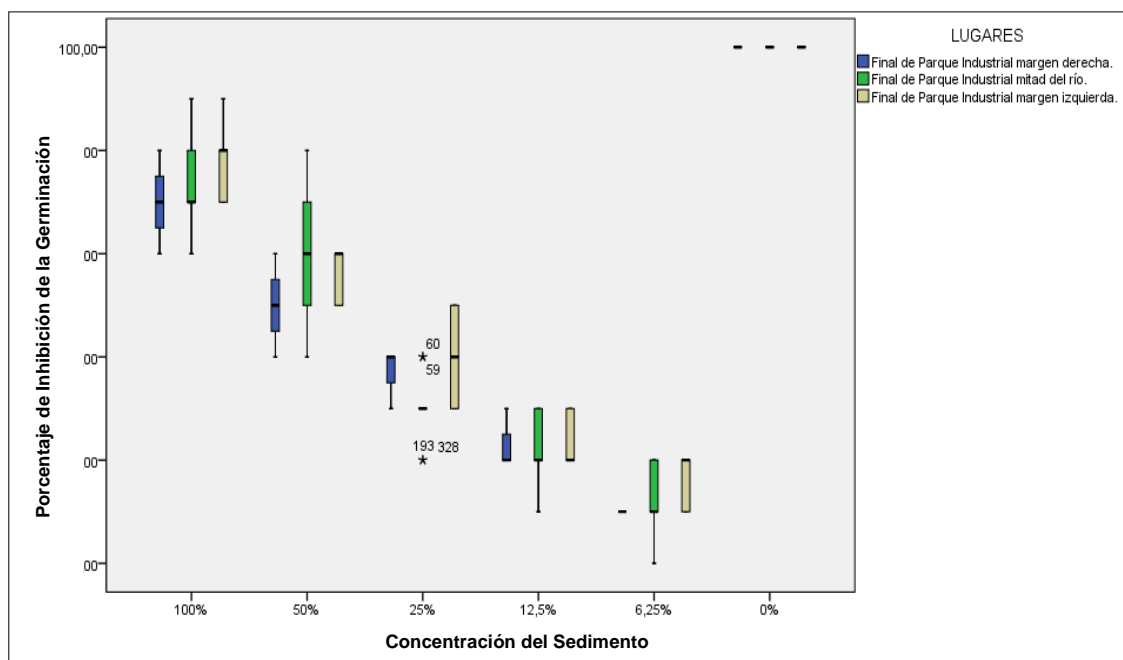


Figura 12: Final del Parque Industrial % de inhibición de la germinación variable: Lactuca sativa.

Fuente: Autor.

A las concentraciones del 100%; 50%; 25%; 12,5% y 6,25%.

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, en la margen izquierda, derecha y mitad del río. Ver gráfico.

1.

4.3.1.4 Margen Izquierda

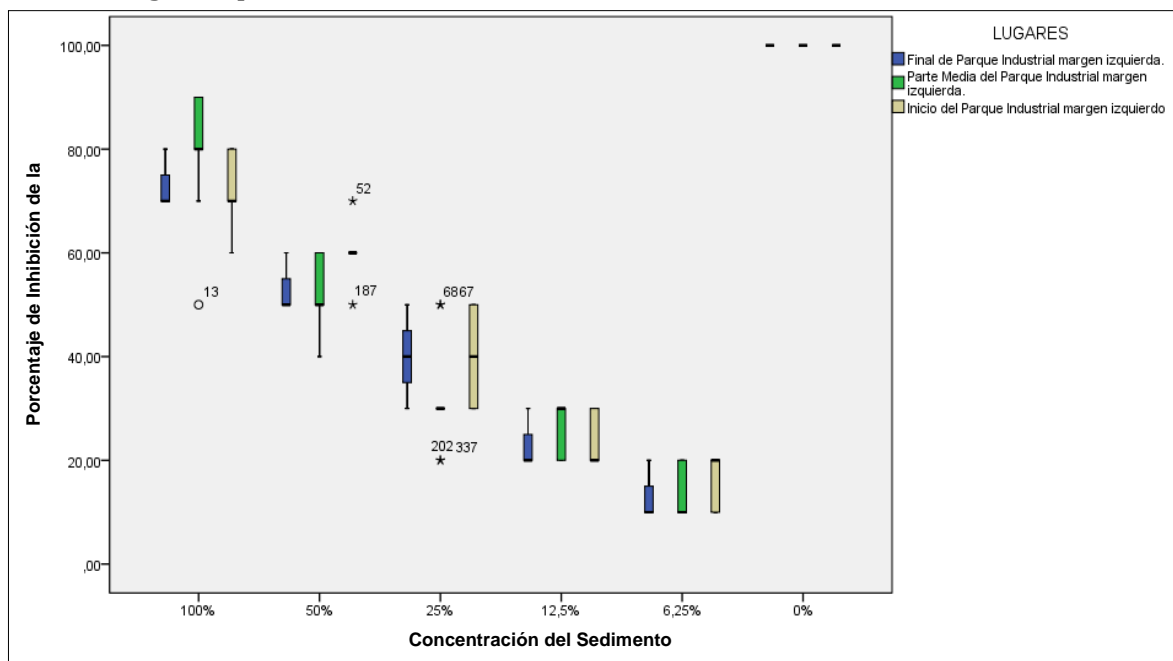


Figura 13: Margen izquierda % de inhibición de la germinación variable: Lactuca sativa. Fuente: Autor

MARGEN IZQUIERDA

A las concentraciones del 100%; 50%; 25%; 12,5% y 6,25%

1. **No existieron diferencias significativas**, en el inicio, parte media y final del Parque Industrial.

4.3.1.5 Mitad del río

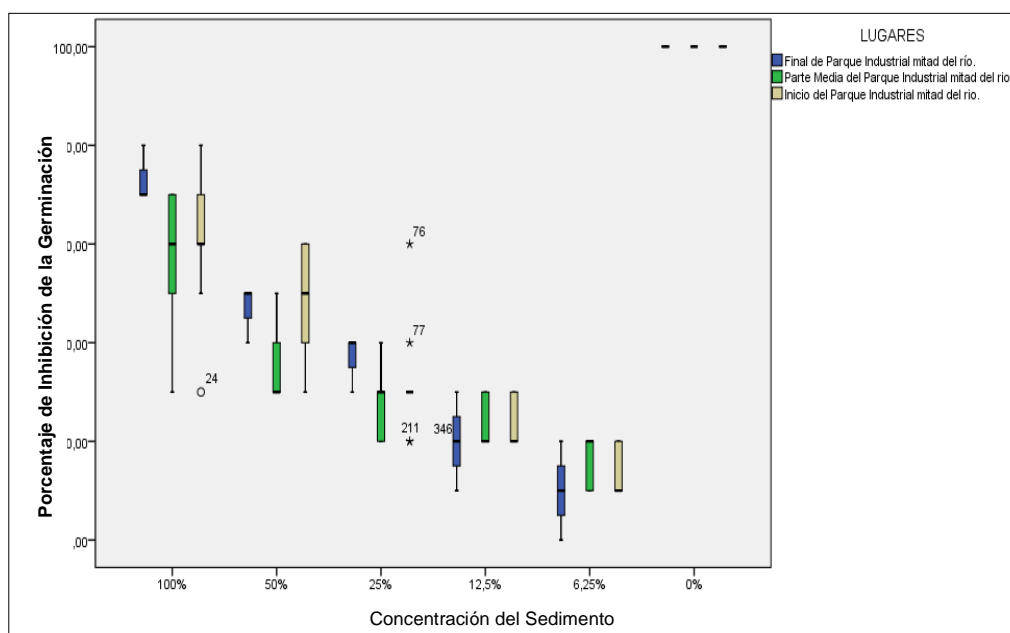


Figura 14: Mitad del Río % de Inhibición de la germinación variable: Lactuca sativa. Fuente: Autor

A la concentración del 100%

1. **Existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la germinación entre el **inicio** y **final** del Parque Industrial; así como entre el final y la mitad del parque industrial. El final del Parque Industrial presentó la mayor inhibición.
2. **No existieron diferencias significativas** en el inicio y parte media del Parque Industrial. El inicio del parque industrial, la inhibición de la germinación, fue ligeramente superior.

A las concentraciones de 50%; 25%; 12,5% y 6,25%.

1. **No existieron diferencias significativas** en el inicio y parte media y final del parque industrial. Al inicio del Parque Industrial, la inhibición fue ligeramente superior.

4.3.1.6 Margen derecha

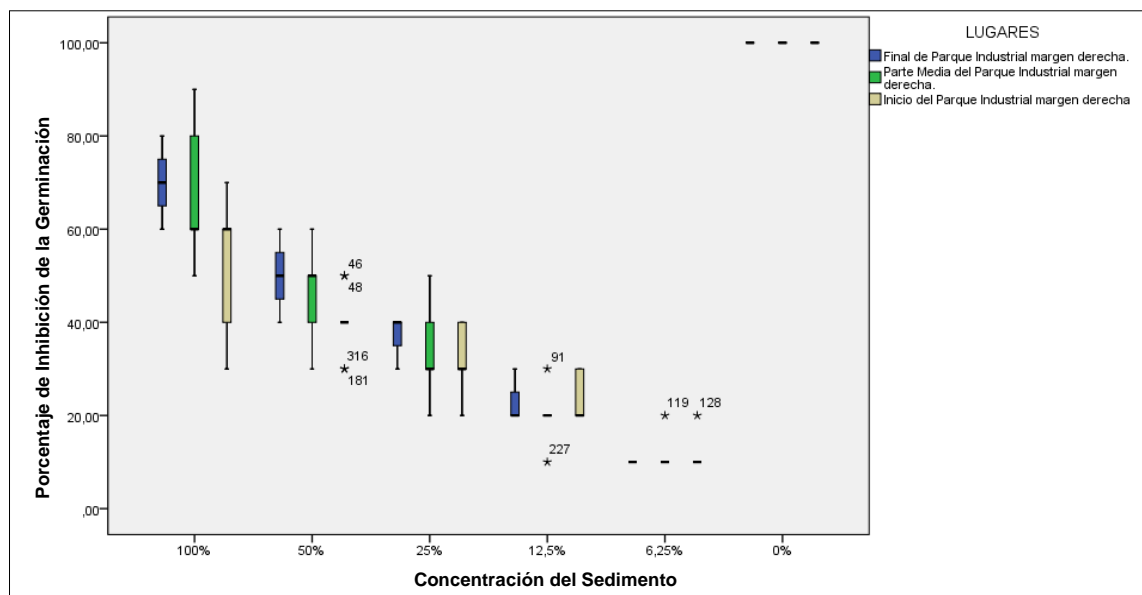


Figura 15: Margen derecha % de inhibición de la germinación variable: Lactuca sativa. Fuente: Autor.

A la concentración del 100%.

1. **Existieron diferencias significativas** entre el final e inicio del Parque Industrial. Al final del parque industrial se duplicó la inhibición de la germinación.
2. **Existieron diferencias significativas** entre el inicio y parte media del parque industrial. La parte media presentó la mayor inhibición.

A la concentración del 50%

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, en el final y parte media del Parque Industrial.
2. **Existieron diferencias significativas** en la parte media e inicio del Parque Industrial. La parte media del Parque Industrial presentó la mayor inhibición.

A las concentraciones del 25%; 12,5% y 6,25%

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, en la parte media, inicio y final del Parque Industrial. Ver gráfico.

4.3.2 Inhibición de la germinación de la especie *Zea mays*

4.3.2.1 Inicio del parque industrial

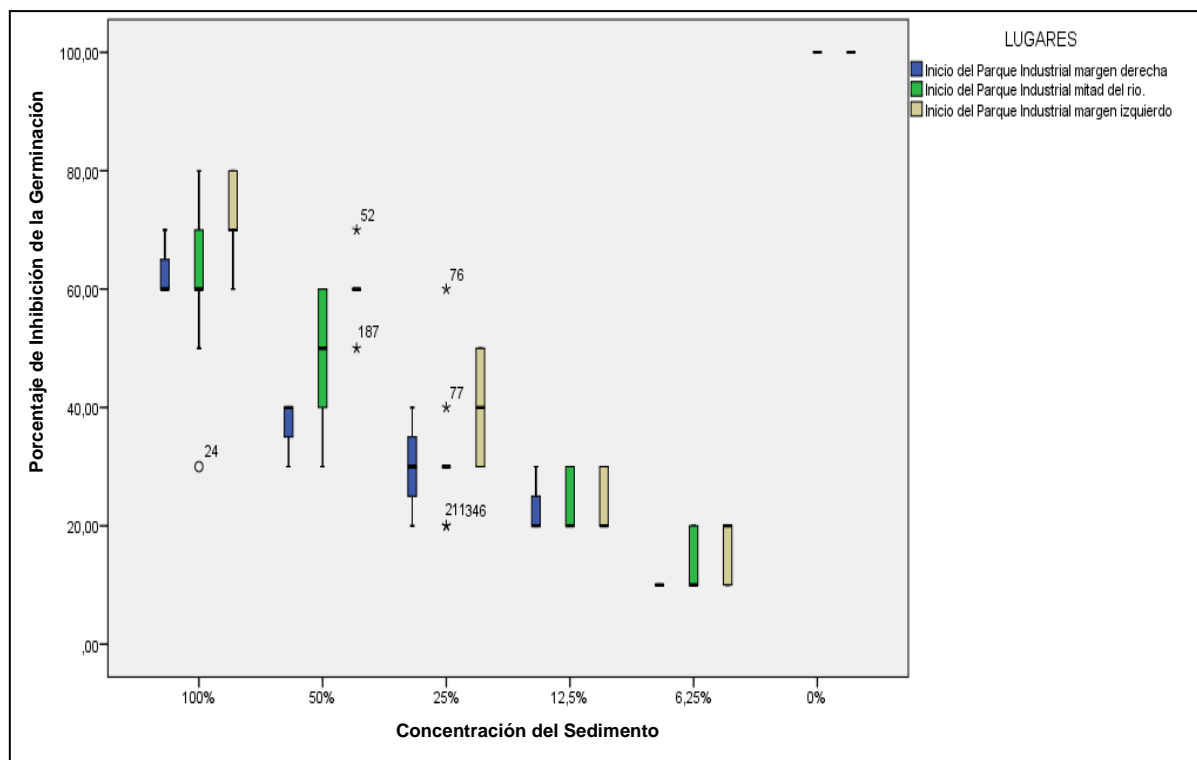


Figura 16: Inicio del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: *Zea mays*. Fuente: Autor

A la concentraciones de 100% y 50% de sedimento:

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, en la margen derecha, izquierda y mitad del río.

A la concentración del 25%.

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre la margen derecha y mitad del río.
2. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre la margen izquierda y derecha; así como entre la margen izquierda y la mitad del río. La margen izquierda presentó la mayor inhibición.

A la concentración del 12,5 %

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, en la margen izquierda, derecha y mitad del río.

A la concentración del 6,5%.

1. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre la margen izquierda y derecha. La margen izquierda presentó la mayor inhibición.
2. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre mitad del río y la margen derecha. La inhibición en la margen derecha fue ligeramente superior.

4.3.2.2 Parte media del parque industrial

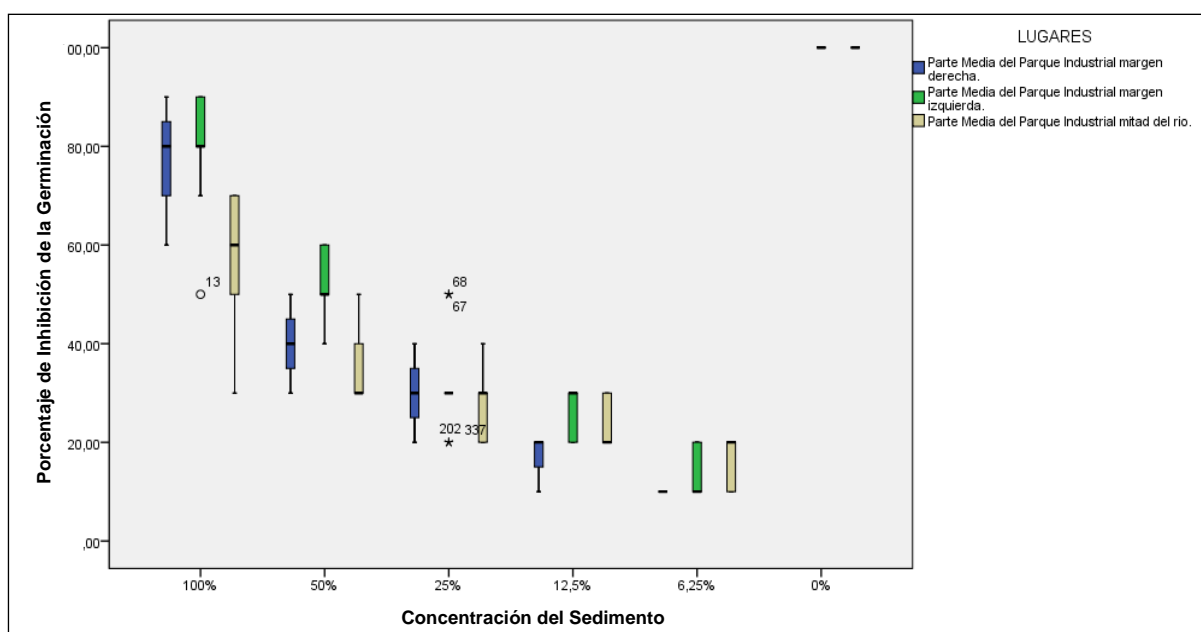


Figura 17: Parte media del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: Zea mays. Fuente: Autor

A la concentración del 100%.

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre la margen derecha e izquierda.
2. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre la mitad del río y la margen izquierda. La margen izquierda presentó la mayor inhibición.

A la concentración del 50% de sedimento



1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre la margen izquierda y derecha; así como entre la margen derecha y mitad del río.
2. **Existieron diferencias significativas** entre la margen izquierda y mitad del río. La margen izquierda presentó la mayor inhibición.

A la concentraciones del 25% de sedimento

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación entre la margen izquierda, derecha, mitad del río.

A la concentraciones del 12,5% de sedimento

1. **No existieron diferencias significativas** entre la margen derecha y mitad del río.
2. **Existieron diferencias significativas** entre la margen derecha y margen izquierda. La margen izquierda presentó la mayor inhibición de la germinación.

A las concentraciones del 6,25%

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, en la margen izquierda, derecha, mitad del río en. La mayor inhibición presentó la mitad del río. Ver gráfico.

4.3.2.3 Final del parque industrial

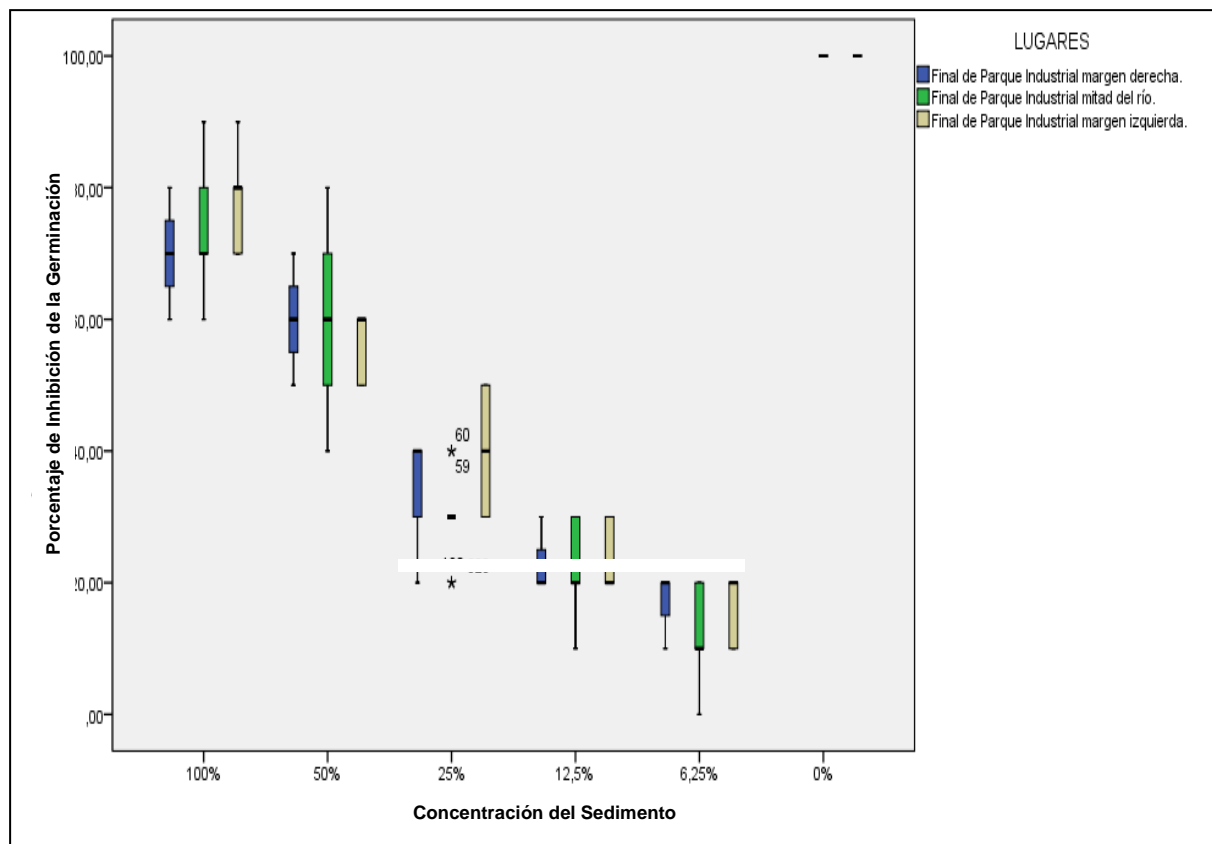


Figura 18: Final del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: Zea mays. Fuente: Autor

A las concentraciones del 100%; 50%; 12,5% y 6,25

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, en la margen derecha e izquierda y mitad del río.

Al 25 % de concentración de sedimento

1. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre la mitad del río y la margen izquierda. La margen izquierda, presentó la mayor inhibición de la germinación.

4.3.2.4 Margen izquierda

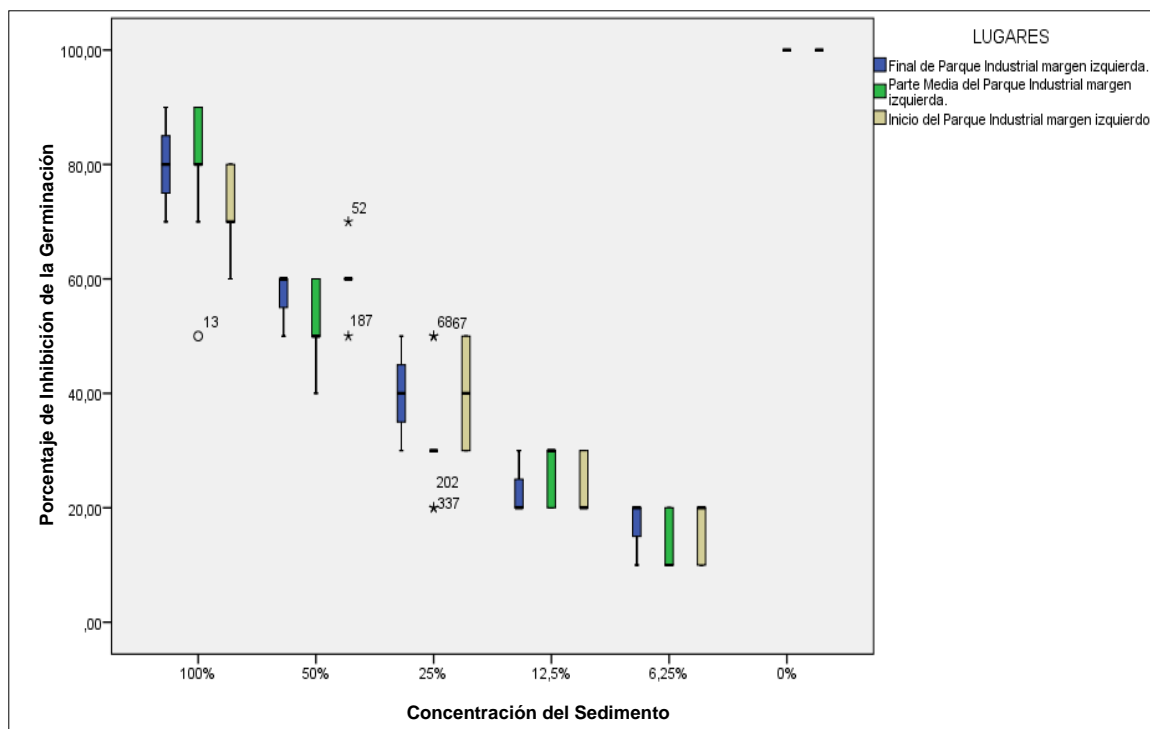


Figura 19: Margen izquierda % de inhibición de la germinación variable: Zea mays. Fuente: Autor.

A las concentraciones del 100%; 50%; 12,5% y 6,25% de sedimento:

1. **No existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la germinación en el inicio, parte media y final del Parque Industrial.

Concentración del 25% de sedimento:

1. **Existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la germinación, entre el inicio y parte media del Parque Industrial, así como entre el final y parte media del Parque Industrial.
2. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación entre el final e inicio del Parque Industrial.

4.3.2.5 Mitad del río

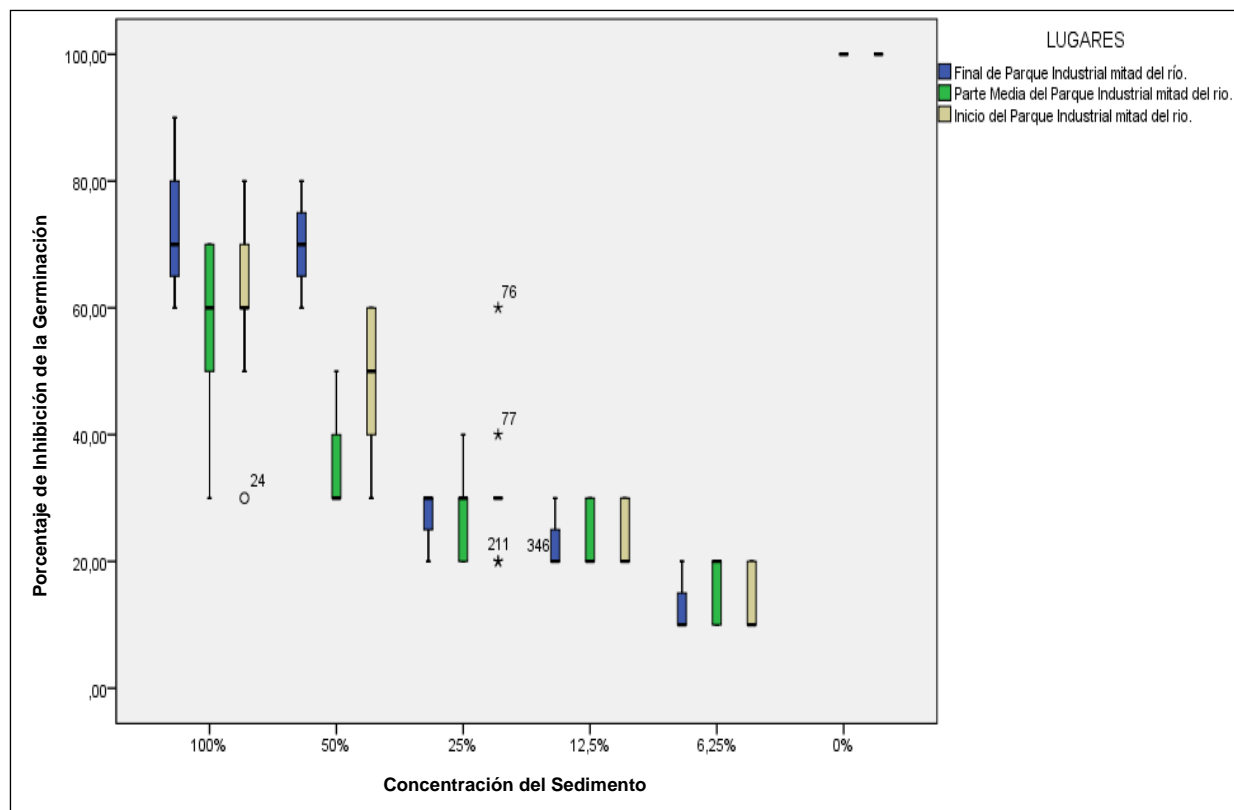


Figura 20: Mitad del río % de inhibición de la germinación variable: Zea mays. Fuente: Autor.

A las concentraciones del 100%; 25%; 12,5% y 6,25%

1. **No existieron diferencias significativas** en el inicio, parte media y final del parque industrial.

Concentración del 50%

1. **Existieron diferencias significativas** en el inicio y parte media y final del Parque industrial; La mayor inhibición de la germinación presentó el final del Parque Industrial.

4.3.2.6 Margen derecha

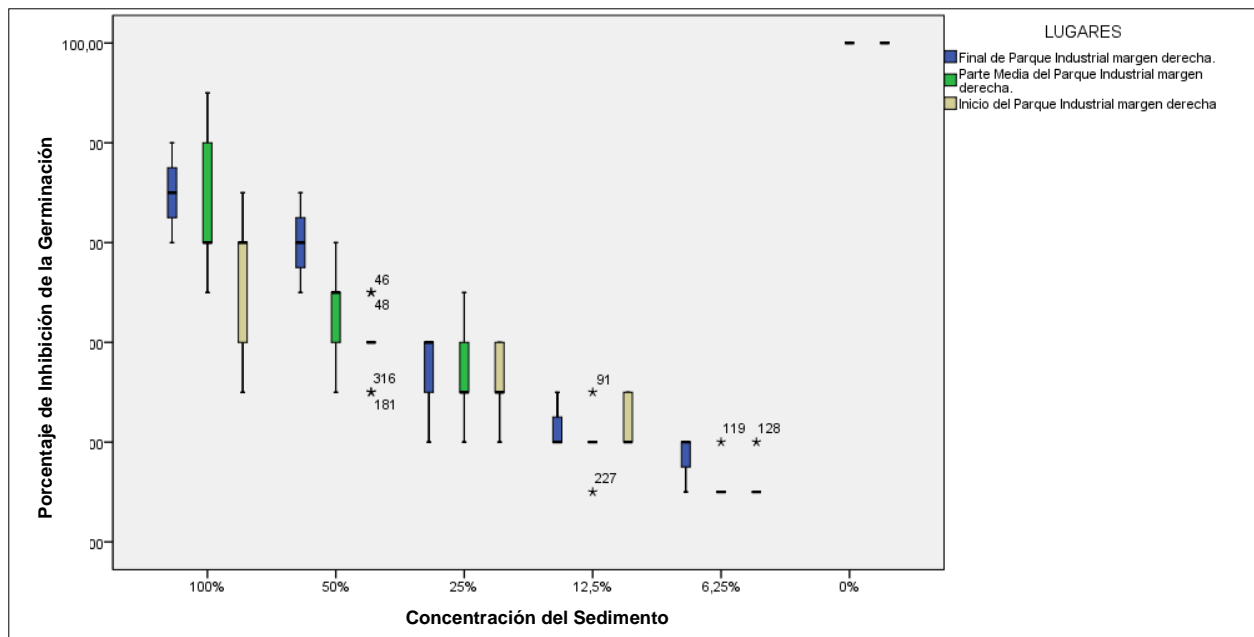


Figura 21: Margen derecha % de inhibición de la germinación. Fuente: Autor.

A la concentración del 100%.

1. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación entre la parte media e inicio del parque industrial. La parte media presentó la mayor inhibición.
2. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre el inicio y final del parque industrial.

A la concentración del 50%

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación en la parte media e inicio del Parque Industrial.
2. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación entre la parte media y final del Parque Industrial; y entre el inicio y final del Parque Industrial. El final del Parque Industrial presentó el mayor porcentaje de inhibición.

A la concentración del 25% de sedimento

1. **No existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la germinación, entre el final y parte media del Parque Industrial; así como entre el inicio y final del parque industrial.

A la concentración del 12,5% de sedimento.

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación; entre el inicio y final del Parque Industrial.
2. **Existieron diferencias significativas** entre la mitad del parque industrial con el inicio y final del parque industrial. El inicio y final del Parque Industrial, presentaron la mayor inhibición.

A la concentración del 6,25% de sedimento

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, en el inicio, parte media y final del parque industrial.

4.3.3 Inhibición de la germinación de la especie *Phaseolus vulgaris*

4.3.3.1 Inicio del parque industrial

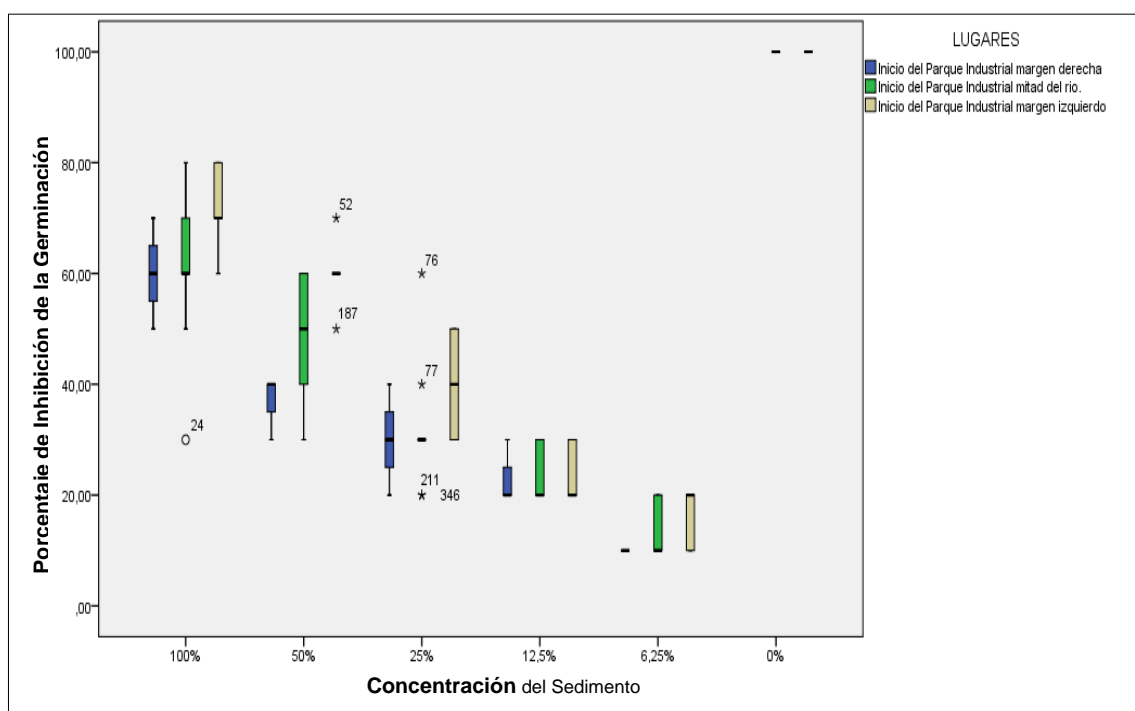


Figura 22: Inicio del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: *Phaseolus vulgaris*. Fuente: Autor.



A la concentración del 100%.

1. **Existieron diferencias significativas** entre la margen izquierda y derecha. La margen izquierda presentó el mayor porcentaje de inhibición de la germinación.
2. **No existieron diferencias significativas** entre la mitad del río y margen derecha.

Concentración del 50%.

1. **Existieron diferencias significativas**, entre la margen izquierda y derecha; así como entre la margen izquierda y la mitad del río. La margen izquierda presentó el mayor porcentaje de inhibición.
2. **No existieron diferencias significativas** entre la mitad del río y la margen derecha.

A la concentración del 25%

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre la margen derecha y la mitad del río; la inhibición fue ligeramente superior en la margen derecha.
2. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, de la margen izquierda con la margen derecha y la mitad del río. En la margen izquierda se duplicó la inhibición.

A las concentraciones del 12,5% y 6,25%

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, en las márgenes izquierda, derecha y mitad del río.

4.3.3.2 Parte media del parque industrial

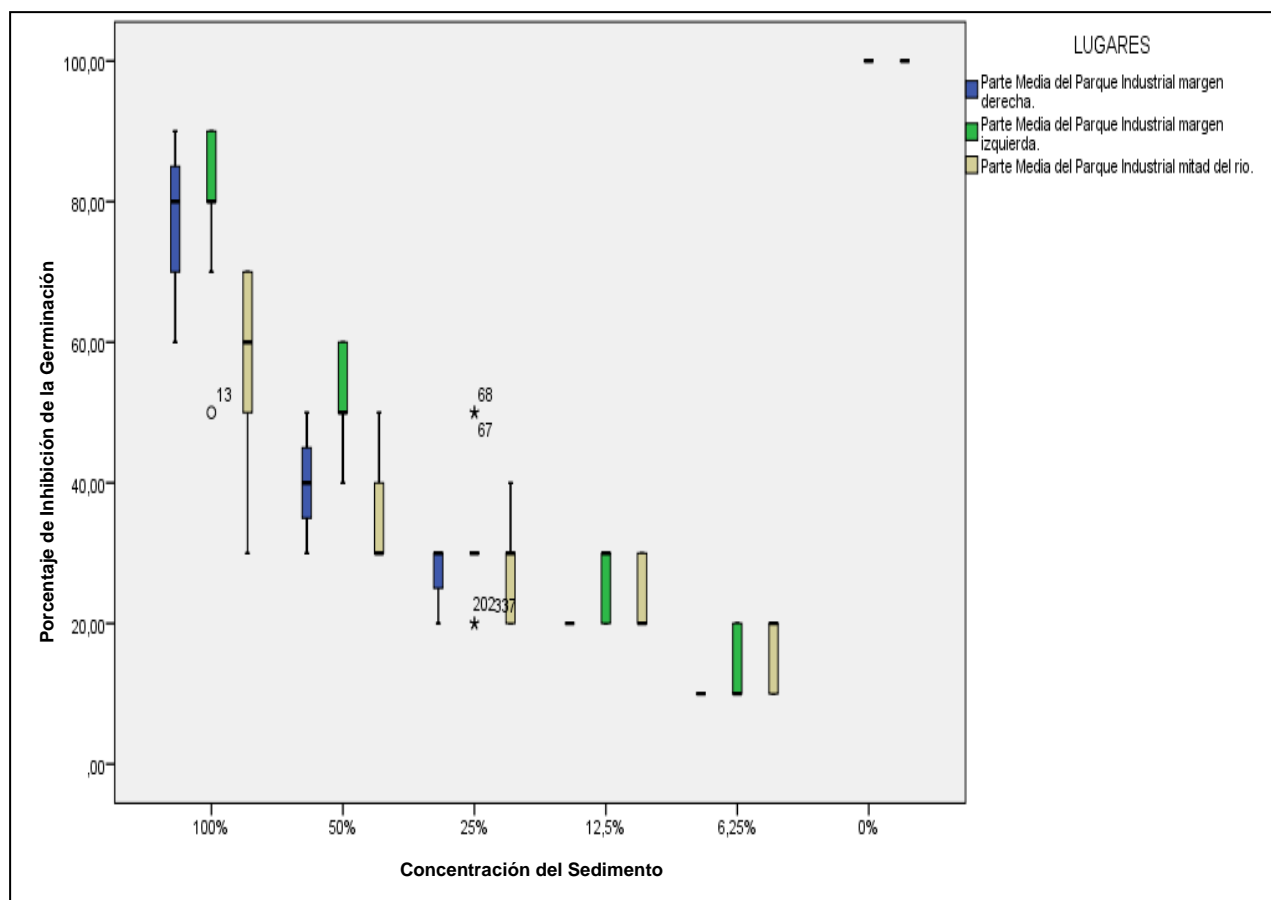


Figura 23: Parte media del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: *Phaseolus vulgaris*. Fuente: Autor.

A la concentración del 100%.

1. **Existieron diferencias significativas** entre la margen izquierda y mitad del río. La margen izquierda presentó el mayor porcentaje de inhibición.
2. **No existieron diferencias significativas en la inhibición de la germinación**, entre la margen derecha y mitad del río.

A la concentración del 50% de sedimento

1. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación entre la margen izquierda y mitad del río. La margen izquierda presentó el mayor porcentaje de inhibición.

2. **No existieron diferencias significativas** entre la margen izquierda y derecha; así como entre la margen derecha y mitad del río.

A las concentraciones del 25%; 12,5% y 6,25% de sedimento.

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre las márgenes izquierda, derecha y mitad del río.

4.3.3.3 Final del parque industrial

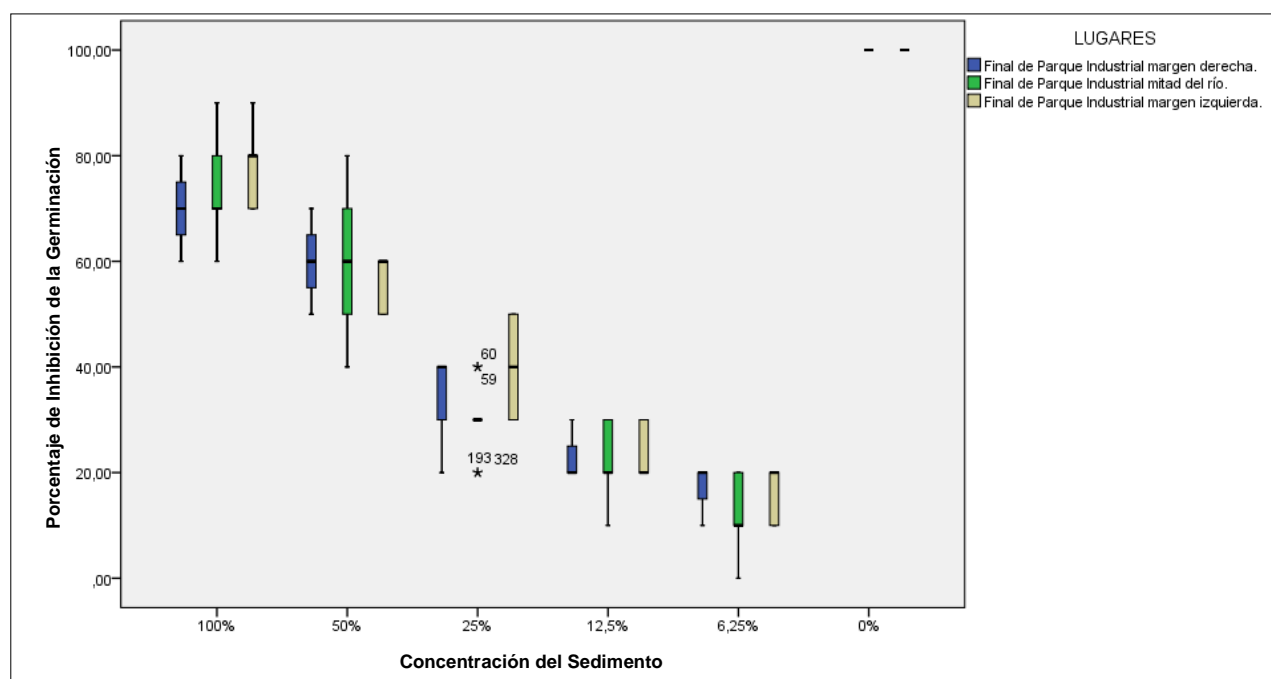


Figura 24: Final del parque industrial % de inhibición de la germinación variable: Phaseolus vulgaris. Fuente: Autor.

A las concentraciones del 100%; 50%; 25%; 12,5% y 6,25%.

1. **No existieron diferencias significativas** en la margen izquierda, derecha y mitad del río.

4.3.3.4 Margen izquierda

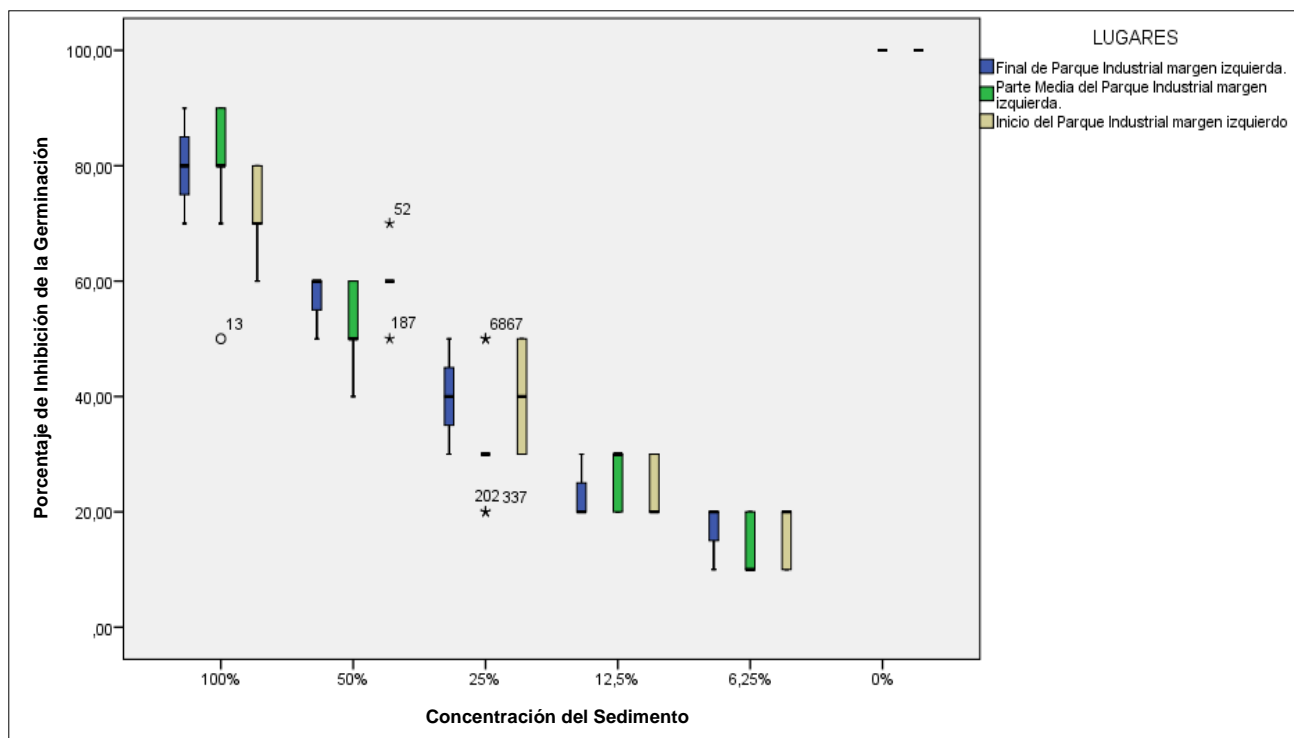


Figura 25: Margen izquierda % de inhibición de la germinación variable: *Phaseolus vulgaris*. Fuente: Autor

A las concentraciones del 100%, 50%, 12,5% y 6,25%

1. **No existieron diferencias significativas**, en el inicio, parte media y final del parque industrial.

A la concentración del 25%

1. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación entre la parte media con el inicio y final del parque industrial.
2. **No existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la germinación, entre el final e inicio del Parque Industrial.

4.3.3.5 Mitad del río

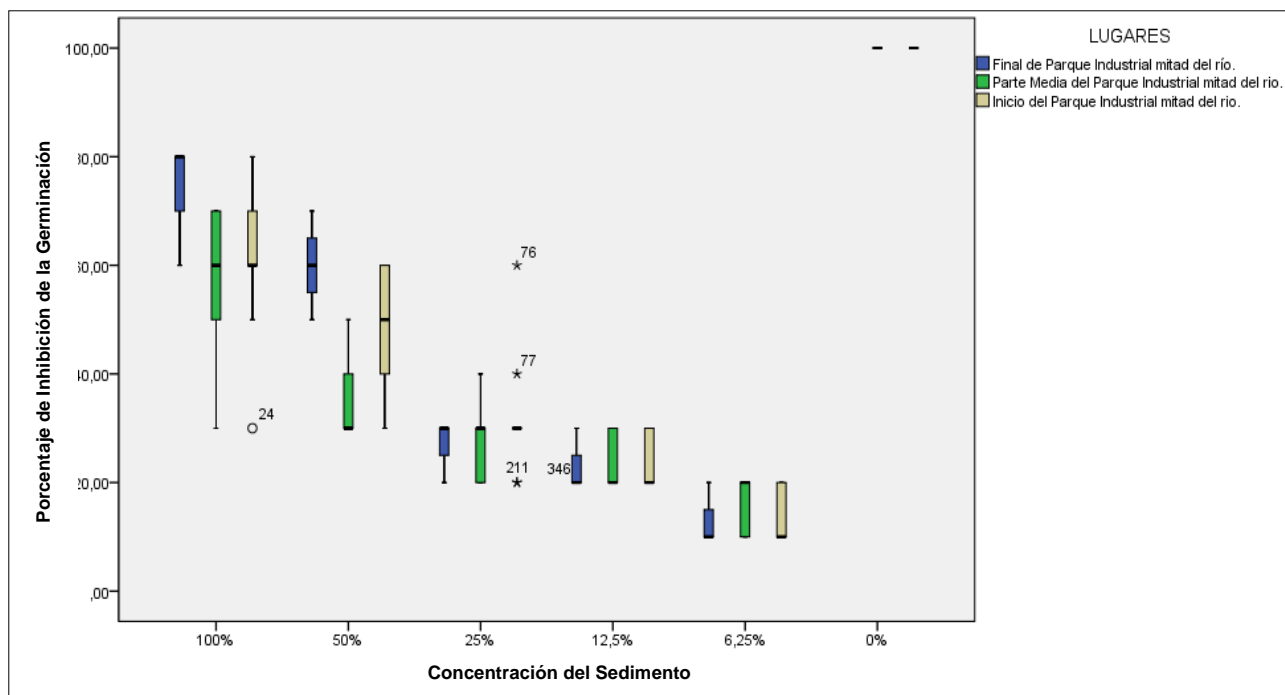


Figura 26: Mitad del río % de inhibición de la germinación variable: Phaseolus vulgaris. Fuente: Autor

A las concentraciones del 100%; 25%; 12,5% y 6,25% de sedimento

1. **No existieron diferencias significativas** al inicio, parte media y final del parque industria.

A la concentración del 50%

1. **Existen diferencias significativas**, en el inicio y la parte media del Parque Industrial, así como en la parte media del parque industrial y final del Parque Industrial. La mayor inhibición se presentó el final del parque industrial.
2. **No existieron diferencias significativas** en el inicio y parte media del Parque Industrial.

4.3.3.6 Margen derecha

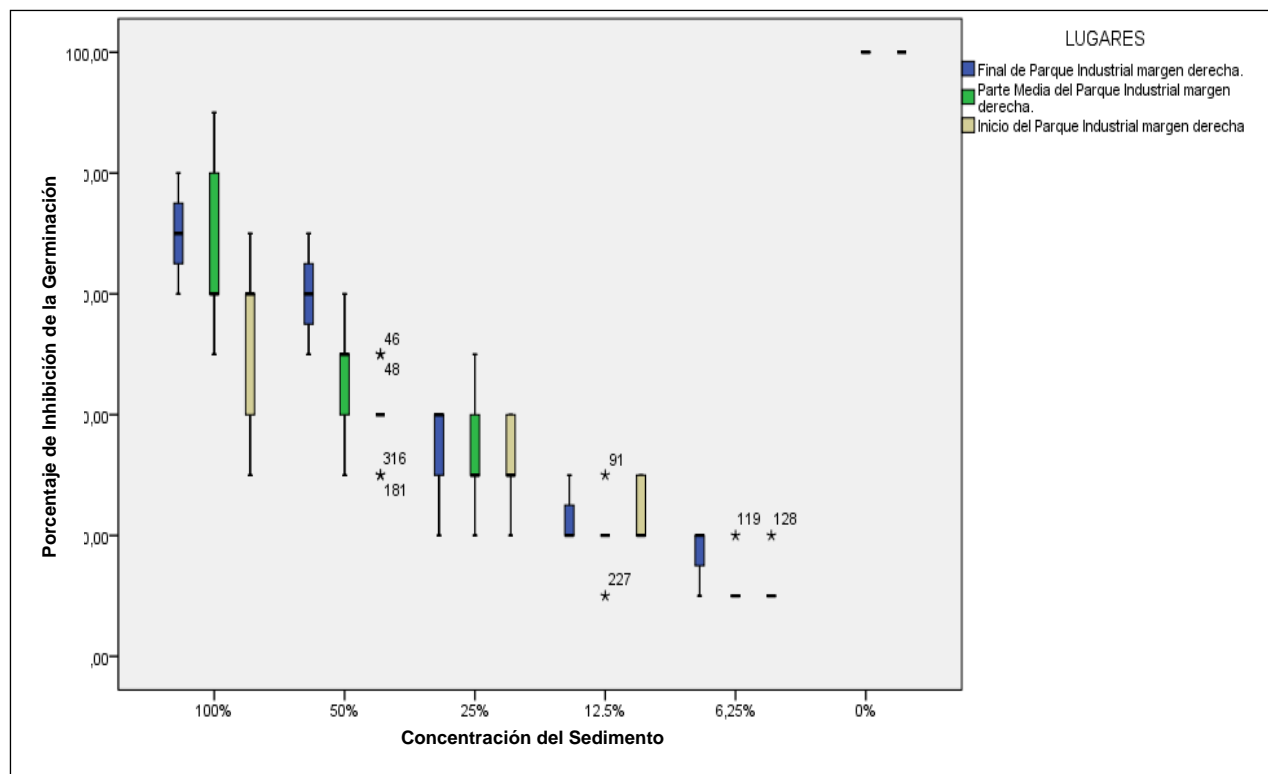


Figura 27: Margen derecha % de inhibición de la germinación variable: *Phaseolus vulgaris*. Fuente: Autor

A la concentración del 100%.

1. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre el inicio y parte media del parque industrial. La parte media del Parque Industrial presentó el mayor porcentaje de inhibición.
1. **No existieron diferencias significativas** entre el final y parte media del parque industrial; así como entre el final e inicio del parque industrial.

A la concentración del 50%.

1. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, entre el final y parte media del Parque Industrial; así como entre el inicio y final del Parque Industrial.
2. **No existieron diferencias significativas** en el inicio y parte media del parque industrial.



A la concentración del 25%.

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, en el final y la parte media del Parque Industrial; así como en el inicio y final del parque industrial.

A las concentraciones del 12,5% y 6,25%

1. **No existieron diferencias significativas** en la inhibición de la germinación, al inicio, parte media y final del parque industrial.

4.4 Inhibición de la longitud de la raíz atendiendo: especie, lugar y concentración de sedimento.

La inhibición de la longitud de la raíz se realizó, utilizando los protocolos de la Agencia del Medio Ambiente de Estados Unidos EPA (Environmental pollution Agency) OPPTS 850.4100 (1996), OPPTS 850.4200 (1996) y OPPTS 850.4230 (1996).

La división celular de los ápices radiculares pueden afectarse, al retardar el proceso de mitosis o alterarse el proceso de alargamiento radicular, por lo que la fitotoxicidad de un compuesto puede ser determinada a través de la medición de dichas respuestas

La evaluación del desarrollo de la radícula, constituyen indicadores representativos para determinar la capacidad de establecimiento y desarrollo de la planta. Los efectos cuantificados sobre la elongación de la radícula son efectos subletales.

Las muestras fueron tomadas, en nueve lugares del río Machángara, sector Parque Industrial, y se utilizaron como bioindicadores las especies: *Lactuca sativa*, *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*. Par la preparación de los sedimentos se utilizó el factor de dilución de 0,5; lo quiere decir que se realizaron cinco diluciones de sedimento: 100%; 50%; 25%; 12,5% y 6,25%.; la finalidad de esta dilución fue, obtener mayor precisión en los resultados.



Expresión de los Resultados

Los cálculos fueron:

1. Promedio y desviación estándar de la elongación de la radícula, en las plántulas en cada repetición. **Ver anexo 4.**
2. Promedio del porcentaje de la inhibición del crecimiento de la radícula, con respecto al promedio de elongación del control negativo. para cada dilución.

*4.4.1 Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Lactuca sativa**

La tabla representa el promedio de las réplicas (tres) de inhibición de la longitud de la raíz con respecto al control, expresada en mm y en tanto por ciento, para la especie *Lactuca sativa* (**Ver Anexo 2**).

Se precisaron los Efectos subletales, estableciendo comparaciones bilaterales entre poblaciones en sentido horizontal (margen izquierda, derecha y mitad del río Machángara sector Parque Industrial y vertical (inicio, mitad del Parque Industrial y final del Parque Industrial); utilizando el análisis de la varianza ANOVA, en un grado de significancia bilateral menor o igual a 0,05 (**Ver anexo 2**)

La interpretación de los resultados se realizó en cada uno de los grupos; primer grupo (**inicio, parte media y final del Parque Industrial**); y segundo grupo (**margen izquierda, derecha y mitad del río**).

4.4.1 Inicio del parque industrial

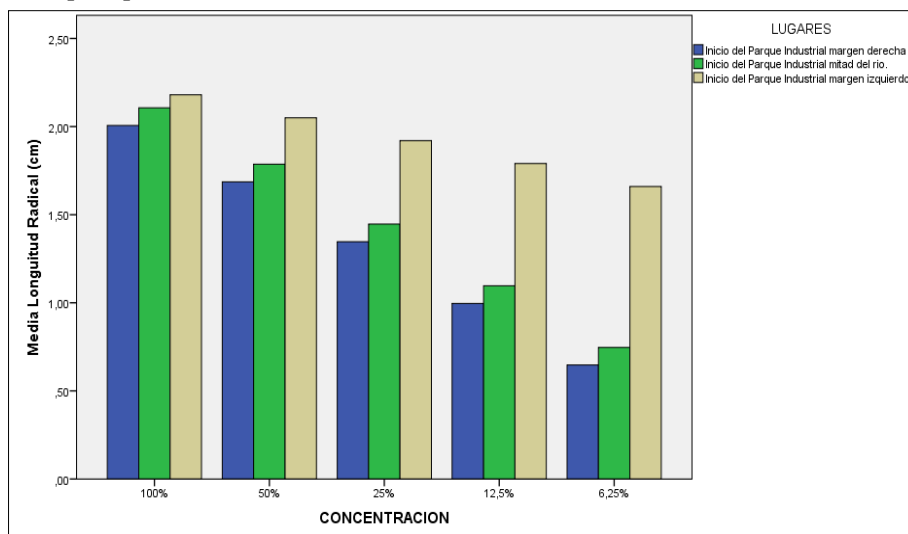


Figura 28: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Lactuca sativa* en inicio del parque industrial. Fuente: Autor

Existieron diferencias en la inhibición de la raíz, entre la margen izquierda y derecha, así como entre la margen izquierda y mitad del río en todas las concentraciones de sedimento. La margen izquierda presentó el mayor porcentaje de inhibición, su evidencia fue mayor a concentraciones bajas de sedimento.

No existieron diferencias significativas en la inhibición de la raíz, entre la margen derecha y mitad del río, en todas las concentraciones de sedimento.

4.4.2 Parte media del parque industrial

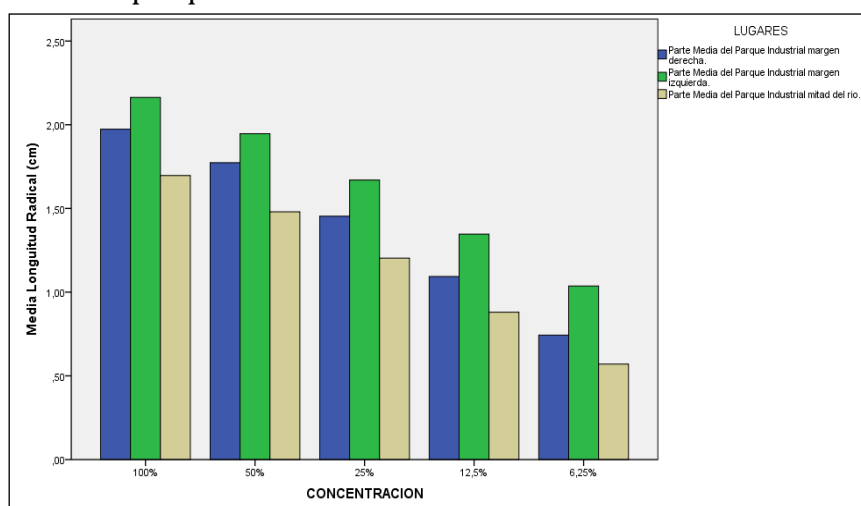


Figura 29: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Lactuca sativa* en la parte media del parque industrial. Fuente: Autor.

A las concentraciones de 100%; 50%; 25%; 12,5% y 6,25%

1. **Existieron diferencias significativas** en la inhibición de la longitud de la raíz, entre las márgenes derecha, izquierda y mitad del río. La margen izquierda presentó la mayor inhibición.

4.4.3 Parte final del parque industrial

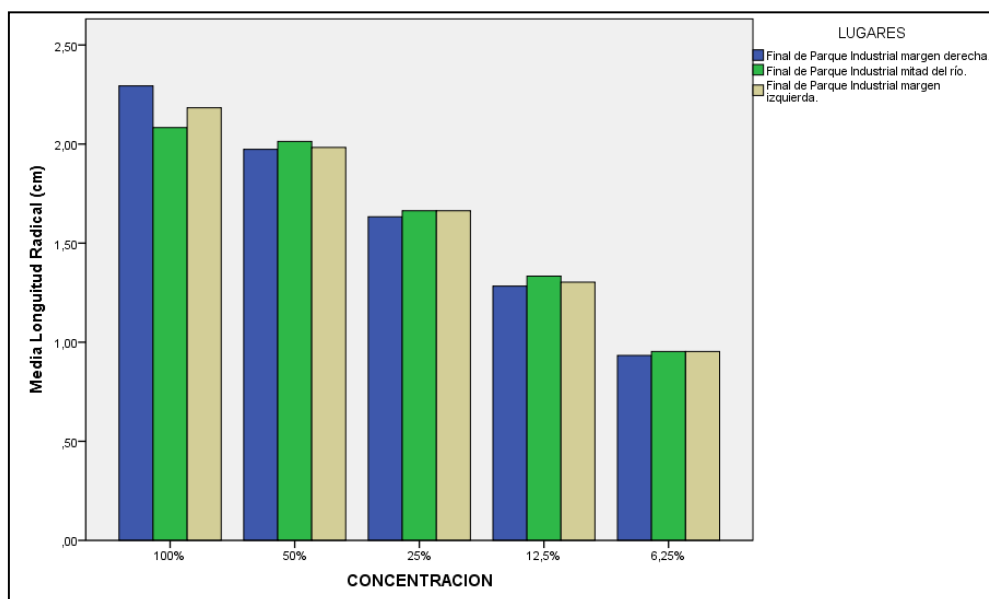


Figura 30: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Lactuca sativa* en la parte final del parque industrial. Fuente: Autor.

A las concentraciones de: 100%; 50%; 25%; 12,5% y 6,25% de sedimento.

1. **No existieron diferencias significativas** en la disminución de la longitud de la raíz, en la margen derecha, mitad del río y margen izquierda.

4.4.4 Margen izquierda

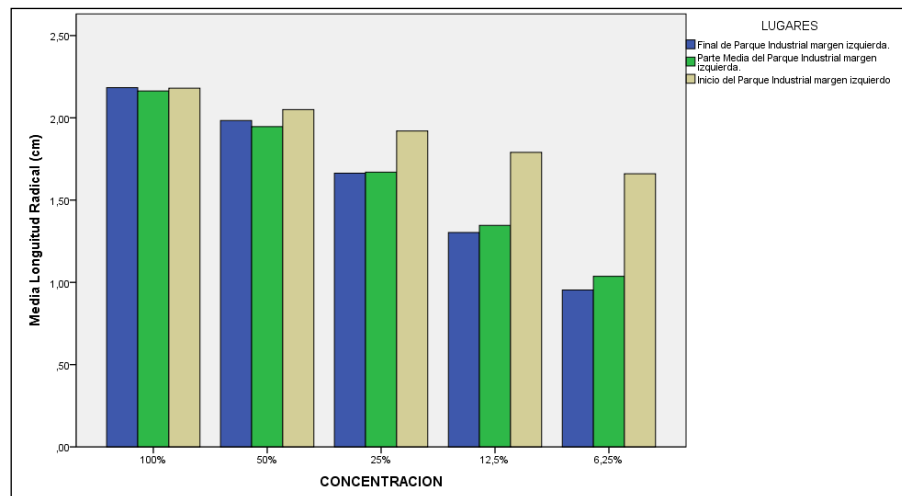


Figura 31: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Lactuca sativa* en el margen izquierda del río. Fuente: Autor

A las concentraciones del: 100% y 50% de sedimento:

1. **No existieron diferencias significativas**, en el inicio, parte media y final del Parque Industrial.

A la concentraciones del 25%; 12,5% y 6,25% de sedimento.

1. **No existieron diferencias significativas** al final y parte media del parque industrial.
2. **Existieron diferencias significativas** entre el inicio del parque industrial con la parte media y final del Parque Industrial. El inicio del parque industrial presentó la mayor inhibición.

4.4.5 Mitad del río

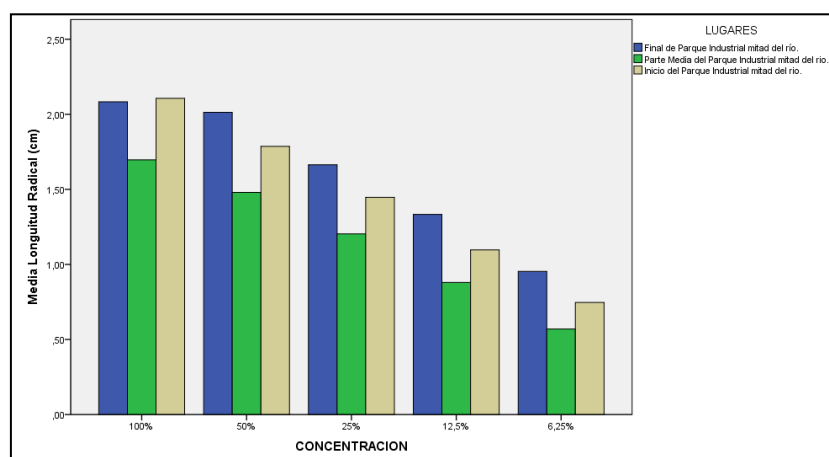


Figura 32: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Lactuca sativa* en la mitad del río. Fuente: Autor.

A la concentración del 100% de sedimento:

1. **No existieron diferencias significativas** entre el final e inicio del Parque Industrial.
2. **Existieron diferencias significativas** entre la parte media e inicio del Parque Industrial; así como entre la parte media y el final del parque industrial. El final del Parque Industrial presentó el mayor porcentaje de inhibición de la raíz.

A las concentraciones del 50%; 25%; 12,5% y 6,25%

1. **Existieron diferencias significativas**, entre el final, parte media e inicio del parque industrial. El final del parque industrial experimentó el mayor porcentaje de inhibición de la raíz.

4.4.6 Margen derecha

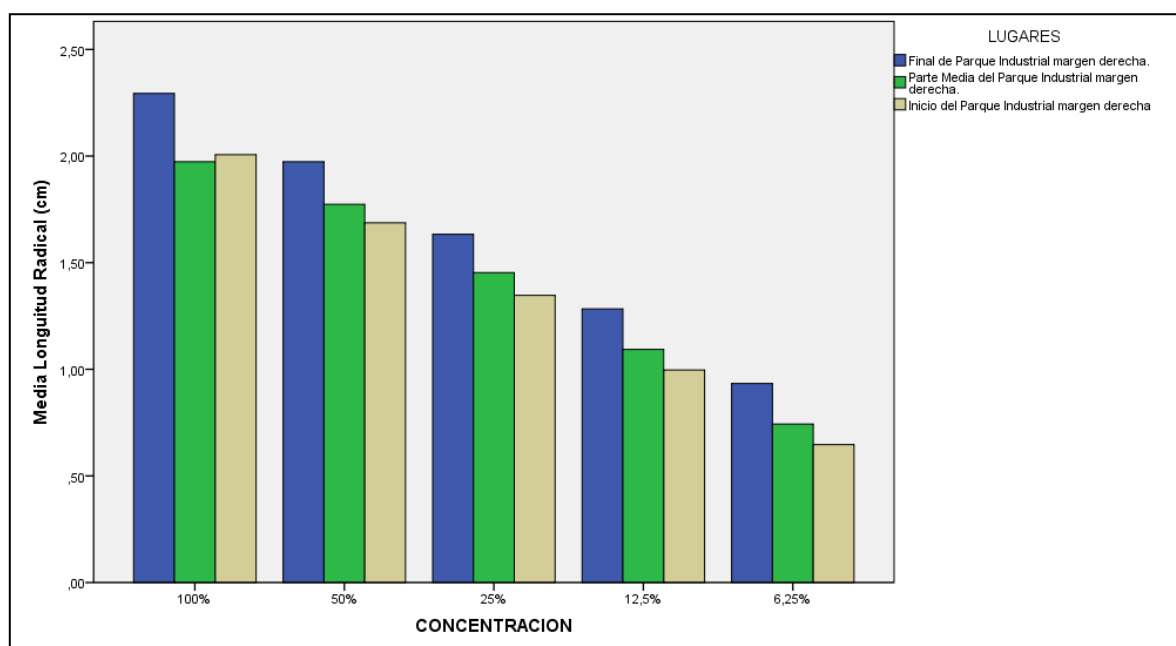


Figura 33: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Lactuca sativa*, en el margen derecha del río. Fuente: Autor.

A la concentración del 100% de sedimento:

1. **Existieron diferencias significativas**, entre el final del Parque Industrial con el inicio y parte media del Parque Industrial.

2. **No existieron diferencias significativas** entre el inicio y parte media del Parque Industrial.

A las concentraciones del 50%; 25%; 12,5% y 6,25% de sedimento:

1. **Existieron diferencias significativas** en el final, parte media e inicio del parque industrial. El final del parque industrial presentó la mayor inhibición.

4.4.2 Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Zea mays*

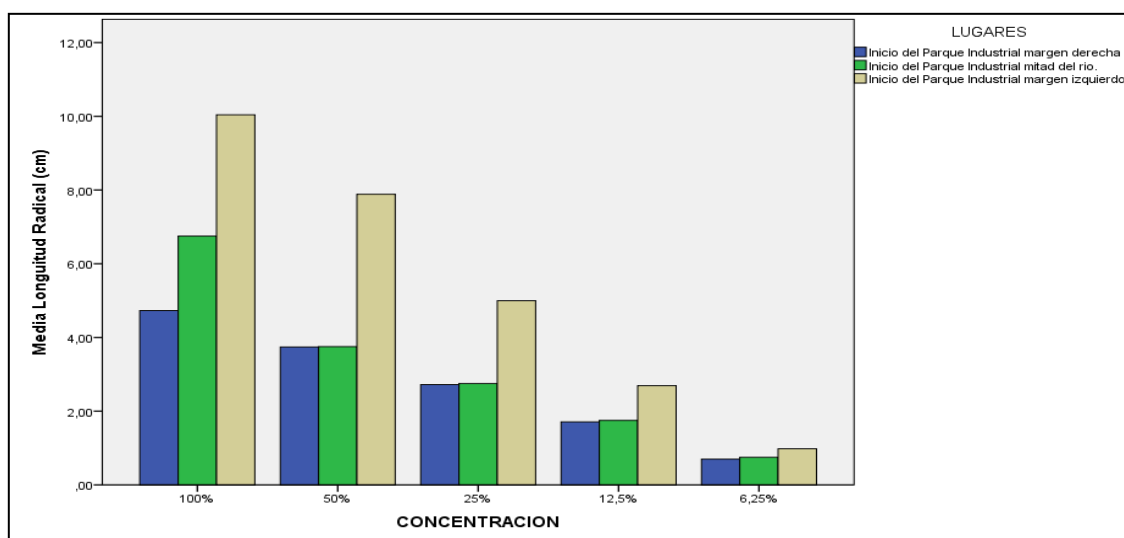


Figura 34: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Zea mays*, inicio del parque industrial. Fuente: Autor

4.4.2.1 Inicio del parque industrial

A la concentración del 100% de sedimento, **existieron diferencias significativas** entre la margen izquierda, derecha y mitad del río. La mayor inhibición se presentó en la margen izquierda.

A las concentraciones de 50%; 25%; 12,5% y 6,25% de sedimento, **existieron diferencias significativas** en la inhibición de la raíz entre la margen izquierda y derecha; así como entre la margen izquierda y mitad del río. La margen izquierda presentó la mayor inhibición.

A la concentración de 50%; 25%; 12,5% y 6,25% de sedimento, **no existieron diferencias** entre la margen derecha y la mitad del río.

4.4.2.2 Parte media del parque industrial

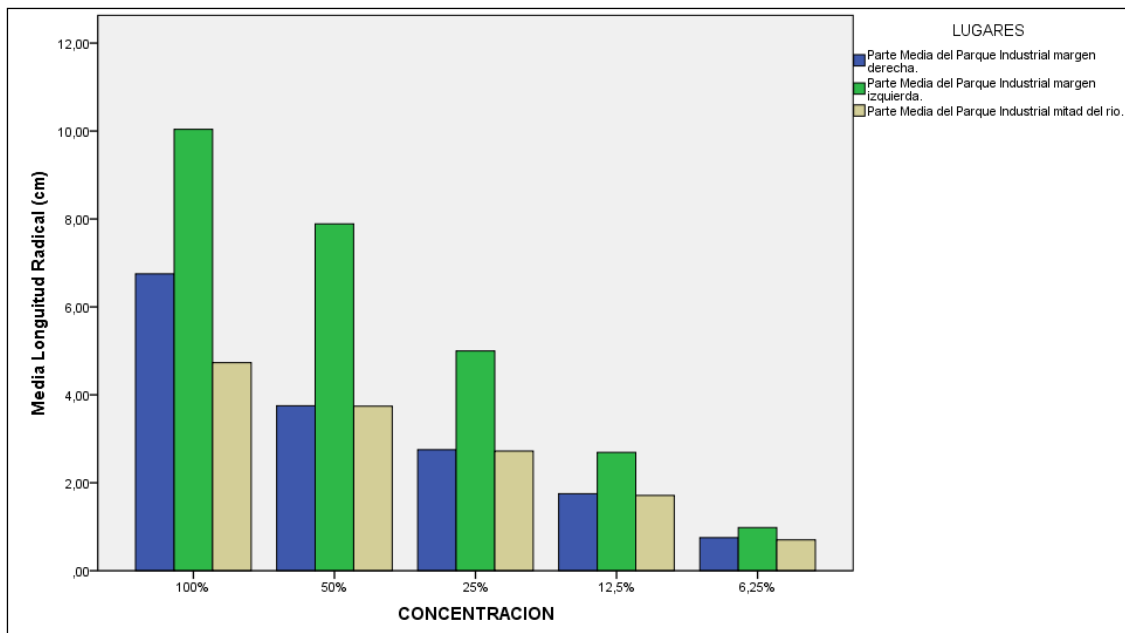


Figura 35: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Zea mays*, parte media del parque industrial. Fuente: Autor

A la concentración del 100% de sedimento, **existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la longitud de la raíz, entre la margen izquierda, derecha y mitad del río. La mayor inhibición de la raíz, se presentó en la margen izquierda y la menor en la mitad del río.

A las concentraciones del 50%, 25%, 12,5% y 6,25% de sedimento, **existieron diferencias significativas** entre la margen izquierda y derecha; así como entre la margen izquierda y mitad del río. La mayor inhibición presentó la margen izquierda.

A las concentraciones del 50%, 25%, 12,5% y 6,25% de sedimento, **no existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la raíz, entre la mitad del río y la margen derecha.

4.4.2.3 Final del parque industrial

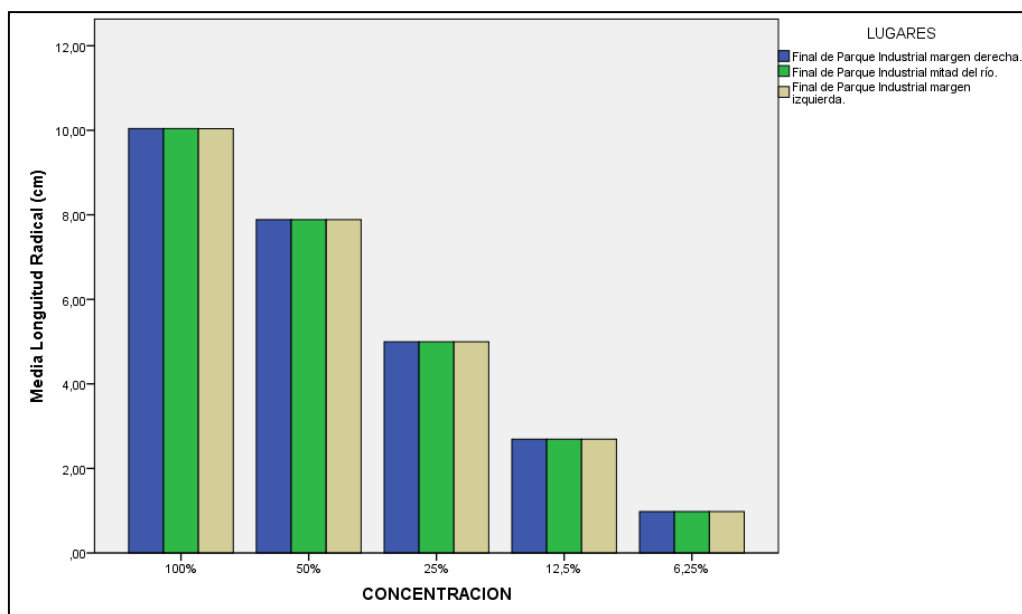


Figura 36: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Zea mays*, final del parque industrial. Fuente: Autor

A las concentraciones del 100%, 50%, 25%, 12,5% y 6,25% **no existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la raíz, en la margen izquierda, derecha y mitad del río.

4.4.2.4 Margen izquierda

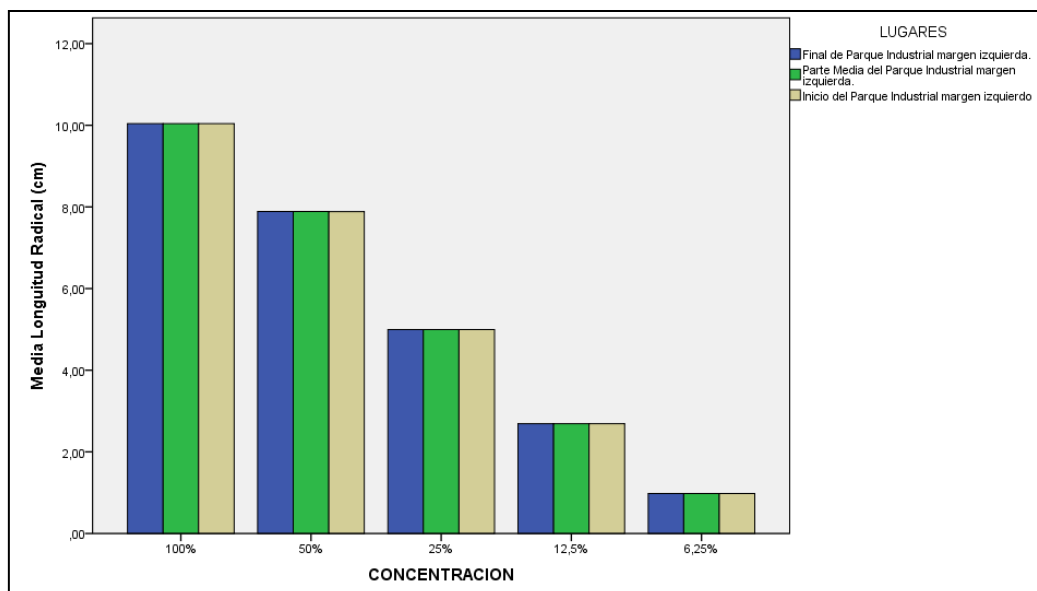


Figura 37: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Zea mays*, margen izquierda del río. Fuente: Autor

A las concentraciones del 100%; 50%; 25%; 12,25% y 6,25% **no existieron diferencias significativas** en la inhibición de la raíz, al inicio, parte media y final del parque industrial.

4.4.2.5 Mitad del río

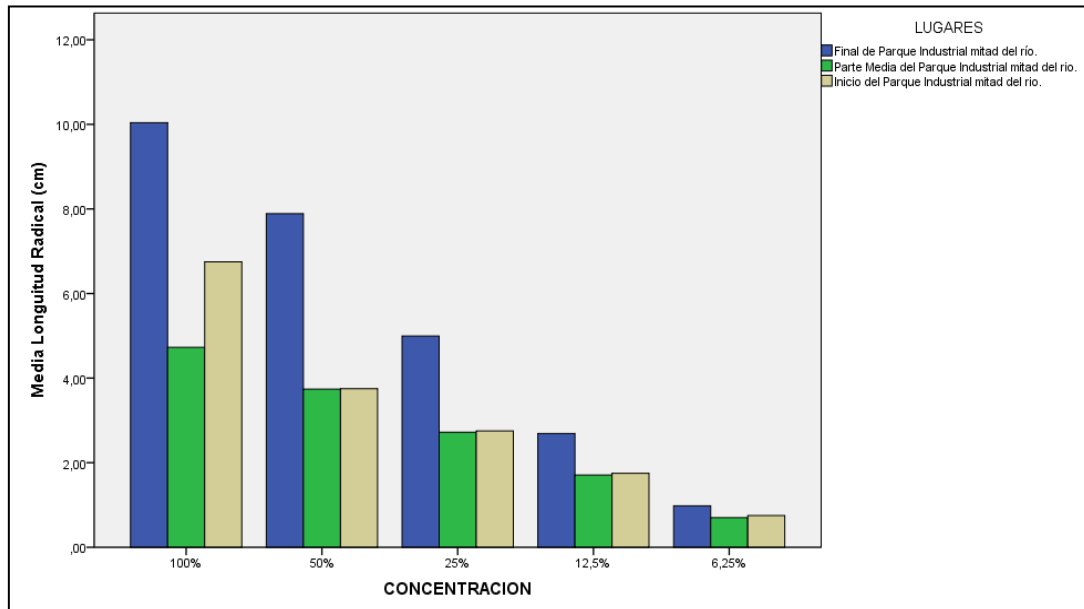


Figura 38: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Zea mays* mitad del río. Fuente: Autor

A la concentración del 100% de sedimento, **existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la raíz en el inicio, parte media y final del parque industrial. El final del Parque Industrial presentó la mayor inhibición.

A las concentraciones del 50%, 25 % 12,5% y 6,25%, **existieron diferencias significativas** del final del parque industrial con el inicio y parte media del parque industrial. La mayor inhibición de la longitud de la raíz, se presentó al final del parque industrial.

A las concentraciones del 50%, 25 % 12,5% y 6,25% **no existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la raíz, entre el inicio y parte media del parque industrial.

4.4.2.6 Margen derecha

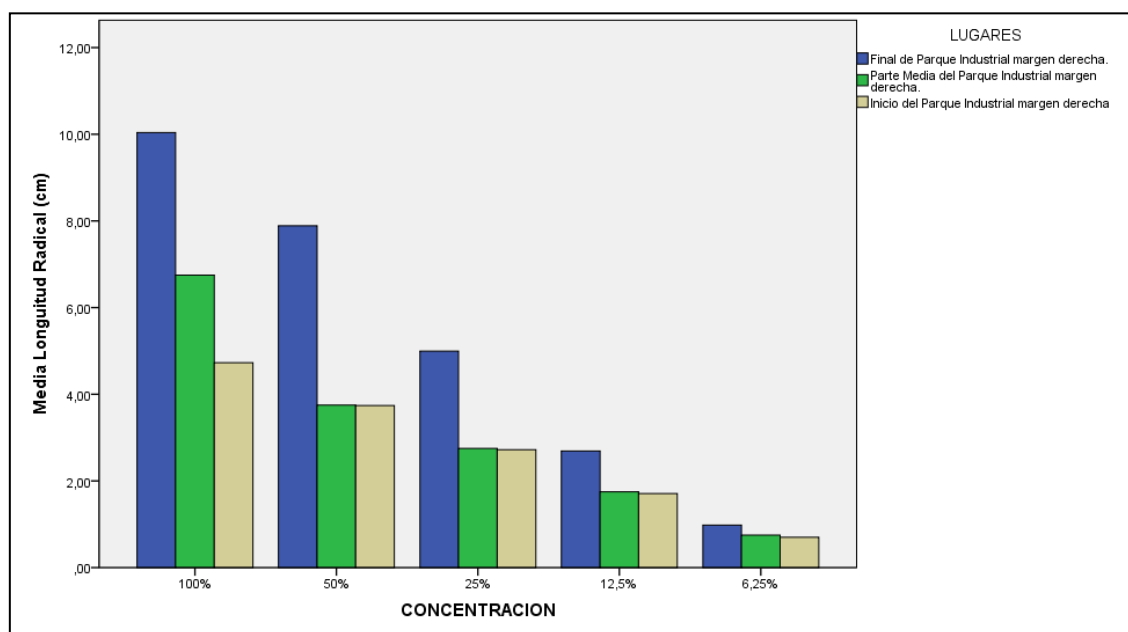


Figura 39: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Zea mays*, final del parque industrial. Fuente: Autor

A la concentración del 100% de sedimento, **existieron diferencias significativas** en la inhibición de la raíz, al inicio, parte media y final del parque industrial. La mayor inhibición de la raíz se presentó al final del Parque Industrial y la menor en la mitad del parque industrial.

A las concentraciones del 50%, 25 % 12,5% y 6,25% la mayor inhibición de la longitud de la raíz se dio al final del parque industrial.

A las concentraciones del 50%, 25 % 12,5% y 6,25% **no existieron diferencias** significativas en la inhibición de la raíz, en el inicio y parte media del Parque Industrial.

4.4.3 Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Phaselous vulgaris*

4.4.3.1 Inicio del parque industrial

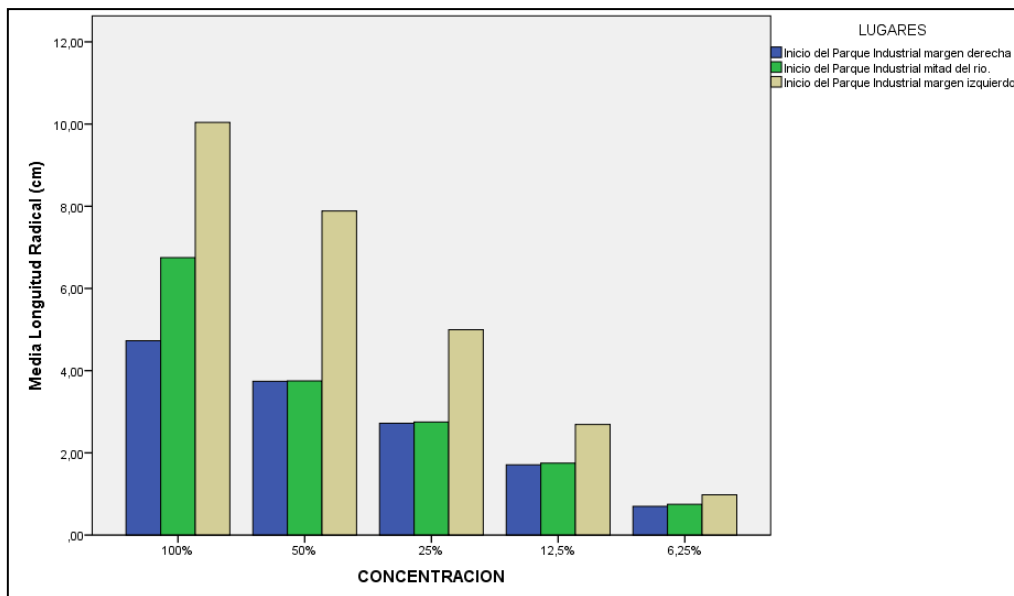


Figura 40: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Phaselous vulgaris*, inicio del parque industrial. Fuente: Autor

A la concentración del 100% de sedimento, **existieron diferencias significativas** entre la margen izquierda, derecha y mitad del río. La mayor inhibición de la longitud de la raíz se presentó en la margen derecha y la menor en la margen izquierda.

A las concentraciones del 50% y 25% y 12,5% de sedimento, **existieron diferencias significativas**, de la margen izquierda con la mitad del río y margen derecha. La inhibición se duplicó en la margen izquierda.

A las concentraciones del 50%; 25% y 12,5% de sedimento, **no existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la longitud de la raíz entre la margen derecha y mitad del río.

A la concentración de 6,25% de sedimento **no existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la longitud de la raíz, en la margen izquierda, derecha y mitad del río.

4.4.3.2 Parte media del parque industrial

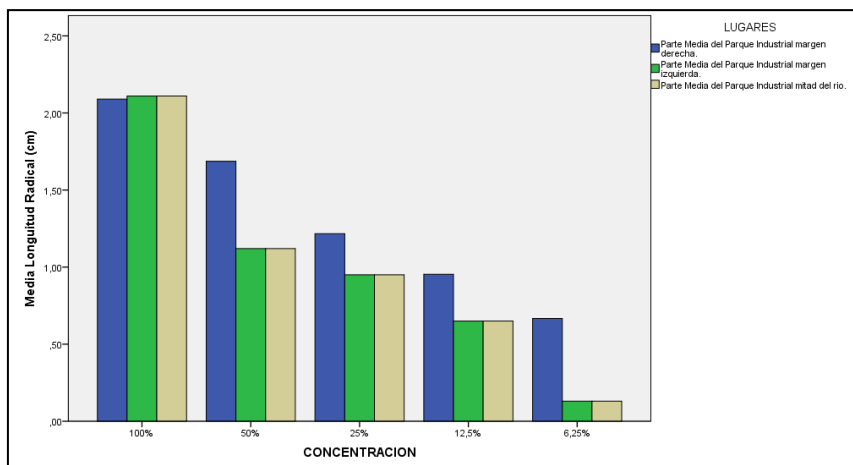


Figura 41: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Phaseolus vulgaris*, parte media del Parque Industrial. Fuente: Autor

A la concentración del 100% de sedimento, **no existieron diferencias** en la inhibición de la longitud de la raíz, entre la margen izquierda, derecha y mitad de río.

A las concentraciones de 50%, 25%; 12,5% y 6,25% **no existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la longitud de la raíz, entre la margen izquierda y mitad del río.

A las concentraciones del 50%, 25%; 12,5% y 6,25%; **existieron diferencias significativas** de la inhibición de la longitud de la raíz, de la margen derecha con la margen izquierda y mitad del río. La margen derecha presentó la mayor inhibición.

4.4.3.3 Final del parque industrial

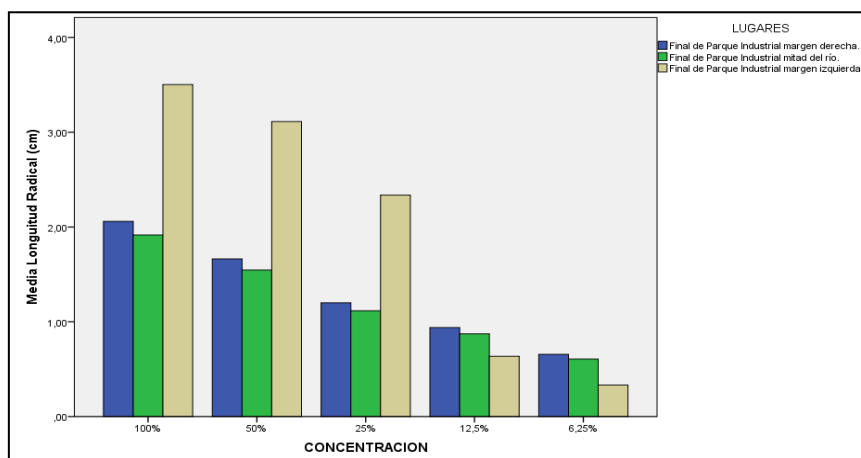


Figura 42: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Phaseolus vulgaris*, final del Parque Industrial. Fuente: Autor.

A las concentraciones del 100%, 50% 25% de sedimento, la disminución de la longitud de la raíz es **superior en la margen izquierda**, comparados con los de la mitad del río y la margen derecha.

A las concentraciones del 12,5% y 6,25%, la disminución de la longitud de la raíz, fue ligeramente inferior en la margen izquierda, comparados con los de la margen derecha y mitad del río.

4.4.3.4 Margen izquierda.

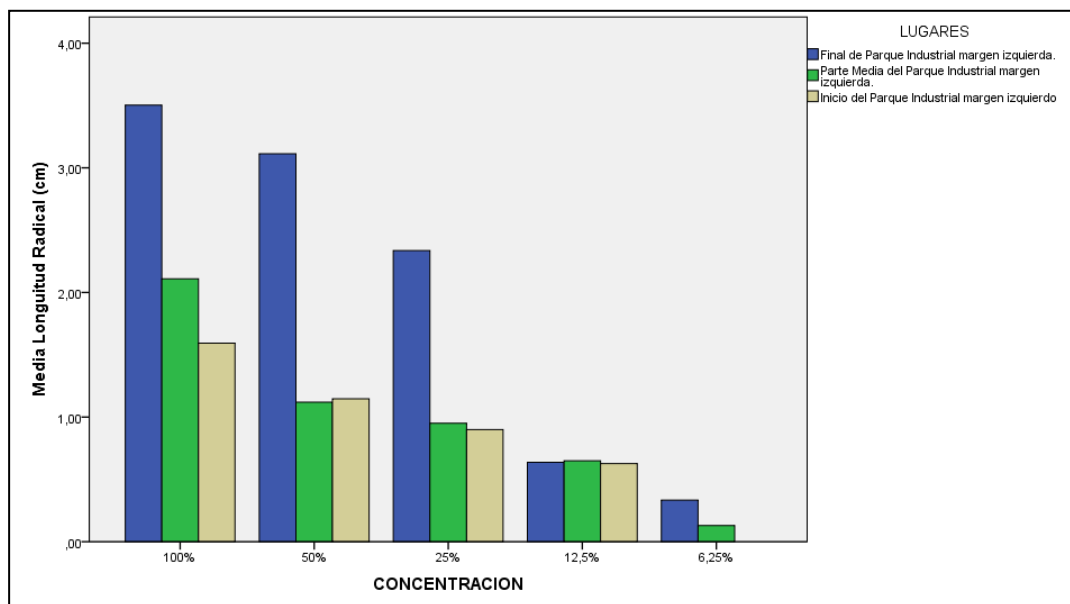


Figura 43: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Phaselous vulgaris*, en el margen izquierda del río. Fuente: Autor

A las concentraciones del 100%; 50% y 25% de sedimento, la inhibición de la longitud de la raíz en **fue mayor al final del río**; comparados con los parte media e inicio del parque industrial.

A la concentración del 12,5% de sedimento, no existieron diferencias en el final, parte media e inicio del parque industrial.

A la concentración del 6,25% de sedimento, la disminución de la longitud de la raíz fue ligeramente superior al final del parque industrial.

4.4.3.5 Mitad del río

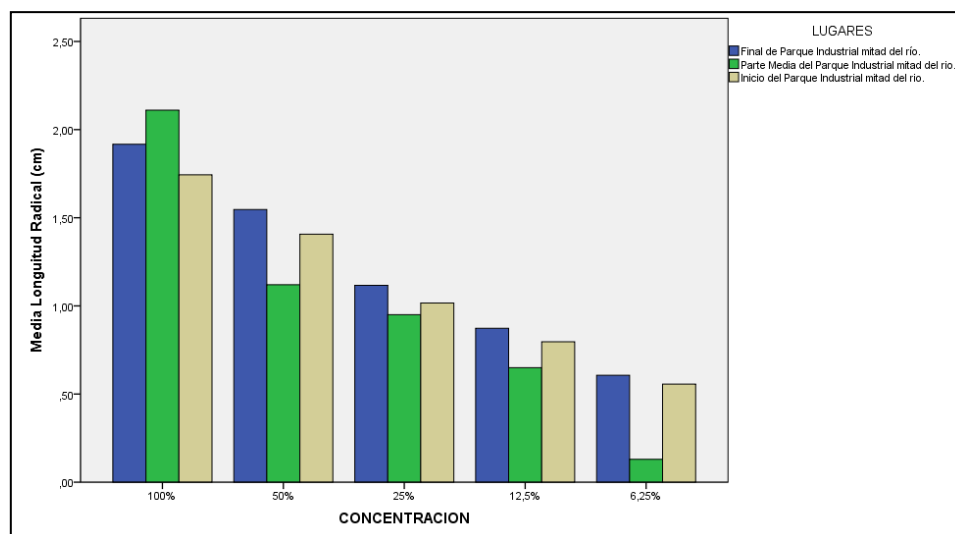


Figura 44: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Phaseolus vulgaris*, mitad del río. Fuente: Autor

A las concentraciones del 100%; 50%; 25%, 12,5% y 6,25% de sedimento, **existieron diferencias significativas** en la inhibición de la longitud de la raíz, en la parte media del parque industrial e inicio del parque industrial; así como en la parte media y final del parque industrial.

A las concentraciones del 100%; 50%; 25%, 12,5% y 6,25% de sedimento, **no existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la longitud de la raíz, entre el inicio y final del parque industrial.

4.4.3.6 Margen derecha

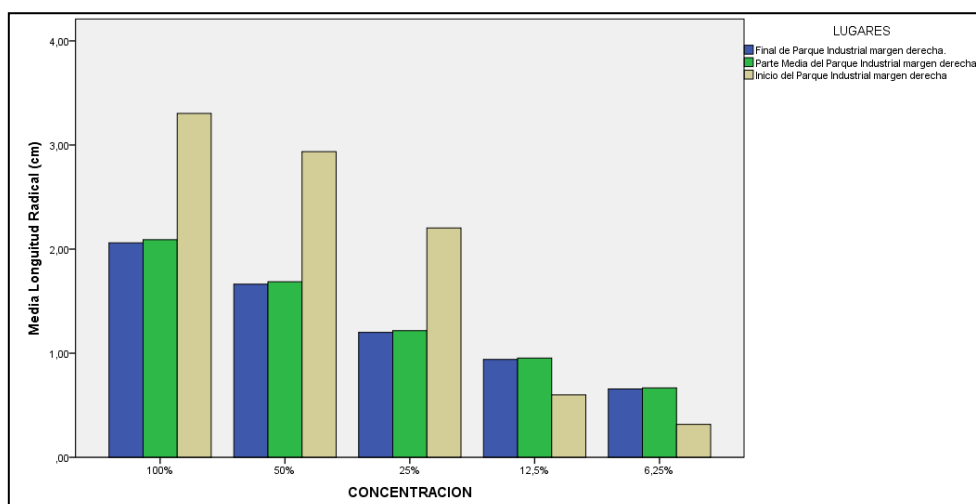


Figura 45: Inhibición de la longitud de la raíz de la especie *Phaseolus vulgaris*, margen derecha del río. Fuente: Autor.

A las concentraciones del: 100%; 50%; 25% de sedimento; **existieron diferencias significativas**, en la inhibición de la longitud de la raíz; entre el inicio del parque industrial con la mitad y final del parque industrial. El inicio del parque industrial presentó la mayor inhibición.

A las concentraciones del: 100%; 50%; 25%; 12,5% y 6,25% de sedimento, **no existieron diferencias significativas**, entre la parte media del parque industrial y el final del parque industrial.

A las concentraciones de 12,5% y 6,25% de sedimento, el inicio del parque industrial presentó la menor inhibición.

4.5 Cálculo de la dosis letal 50 (dl50) curva dosis respuesta de la especie *Eisenia foetida*

Se determinó la **Dosis Letal cincuenta DL50** y la **Concentración Inhibitoria cincuenta CI50** mediante el análisis estadístico Probit, con un límite de confianza del 95%; para cada uno de los organismos: *Eisenia foetida*, *Lactuca sativa*, *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*; en los sedimentos del río Machángara sector del Parque Industrial.

El grado de toxicidad de los sedimentos, se interpretó en base a los resultados obtenidos para la Dosis letal cincuenta y Concentración inhibitoria cincuenta CI50, en cada uno de los lugares y con cada especie. Para lo cual se aplicó el principio teórico que dice: “*existe una relación inversa entre la toxicidad y la concentración del bioensayo, esto es, cuanto más baja sea la concentración letal para el 50% de los organismos - CL50, tanto más alta será la toxicidad del efluente*”.(Cauca, 2007, págs. 2-11)

ANÁLISIS PROBIT

Este análisis evaluó la tasa de respuesta (letalidad) de los organismos de prueba con respecto a un estímulo (concentraciones del sedimento estudiado). Las variables utilizadas fueron: total de organismos utilizados en cada concentración y como respuesta el número de organismos “muertos” en relación al control negativo, para el caso de la especie *Eisenia foetida*. **Ver anexo 4.**

CURVA CONCENTRACION-RESPUESTA: Expresa la relación entre la concentración de sedimento y la proporción de individuos que responden a un efecto determinado. **Ver anexo 6**

4.5.10 Análisis y comparación de los resultados.

Tabla 3: Eisenia foetida, Método Probit, 95% de confianza. Fuente: Autor.

LUGAR	Lugar 1: Final de Parque Industrial <i>margen derecha</i>	Lugar 2: Final del parque Industrial <i>mitad del río</i>	Lugar 3: Final del parque Industrial <i>margen izquierda</i>	Lugar 4: Parte media de Parque Industrial <i>margen derecha</i>	Lugar 5: Parte media de Parque Industrial <i>margen izquierda</i>	Lugar 6: Parte media de Parque Industrial <i>mitad del río</i>	Lugar 7: Inicio del Parque Industrial <i>Margen derecha</i>	Lugar 8: Inicio del Parque Industrial <i>Mitad del río</i>	Lugar 9: Inicio del Parque Industrial <i>Margen Izquierda</i>
DL50	23,9	26,4	22,6	56,7	25,5	85,1	94,3	74,6	33,7
LOEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Toxicidad del sedimento en función de la Dosis Letal cincuenta (DL50)

1. En el **final del parque industrial** se presentaron los valores más bajos, de la dosis letal Cincuenta DL50, en las márgenes izquierda, derecha y mitad del río, interpretándose como los sitio de mayor toxicidad. Ver tabla 17.
2. En la **margen izquierda del río Machángara** aguas arriba, el final, parte media e inicio del parque industrial; presentaron los valores más bajos para la DL50; interpretándose esta margen como la de mayor toxicidad; De los cuales el inicio y final representan el mayor grado de toxicidad. Ver tabla 17.
3. El **Inicio del parque Industrial** en su margen derecha, presentó el menor grado de toxicidad, porque el valor para la DL50 resultó ser el más alto entre los nueve lugares analizados. Ver tabla 17.

4.6 Concentración inhibitoria 50 (CI50) para la especie *Lactuca sativa*.

Tabla 4: *Lactuca sativa*, Método Probit, 95% confianza. Fuente: Autor

LUGAR	Lugar 1: Final de Parque Industrial <i>margen derecha</i>	Lugar 2: Final del parque Industrial <i>mitad del río</i>	Lugar 3: Final del parque Industrial <i>margen izquierda</i>	Lugar 4: Parte media de Parque Industrial <i>margen derecha</i>	Lugar 5: Parte media de Parque Industrial <i>margen izquierda</i>	Lugar 6: Parte media de Parque Industrial <i>mitad del río</i>	Lugar 7: Inicio del Parque Industrial <i>Margen derecha</i>	Lugar 8: Inicio del Parque Industrial <i>Mitad del río</i>	Lugar 9: Inicio del Parque Industrial <i>Margen Izquierda</i>
CI50	44.1	49.1	43.0	57.1	39.5	114.3	137.7	72.0	36.7
LOEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Para la especie *Lactuca sativa*, la concentración inhibitoria cincuenta (CI50) los resultados fueron:

1. **El final de parque industrial**, se presentaron los valores más bajos para la concentración inhibitoria cincuenta CI50, tanto en la margen izquierda, derecha y mitad del río. Interpretándose como los sitios mayor toxicidad. Ver tabla 18.
2. **La margen izquierda** aguas arriba, presentó los valores más bajos para la CI50 al final, parte media e inicio del parque industrial, interpretándose como la margen de mayor toxicidad. Ver tabla 18.
3. En el inicio del Parque Industrial, la **margen derecha** y la **mitad del río** presentaron **los valores más altos** para la CI50; interpretándose como los sitios de menor toxicidad. Ver tabla 18.

4.7 Concentración inhibitoria 50 (CI50) para la especie *Zea mays*

4.7.1 Análisis y comparación de los resultados.

Tabla 5: *Zea mays*, Método Probit, 95% de confianza. Fuente: Autor

LUGAR	Lugar 1: Final de	Lugar 2: Final del	Lugar 3: Final del	Lugar 4: Parte	Lugar 5: Parte	Lugar 6: Parte	Lugar 7:	Lugar 8:	Lugar 9:
-------	----------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------	-------------------	-------------------	----------	----------	----------

	Parque Industrial margen derecha	parque Industrial mitad del río	parque Industrial margen izquierda	media de Parque Industrial margen derecha	media de Parque Industrial margen izquierda	media de Parque Industrial mitad del río	Inicio del Parque Industrial Margen derecha	Inicio del Parque Industrial Mitad del río	Inicio del Parque Industrial Margen Izquierda
DL50	52,8	46,0	46,8	61,2	59,1	90,7	72,9	68,3	46,4
LOEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Para la especie *Zea mays* la concentración inhibitorio cincuenta (CI50) los resultados fueron:

1. En el **final de parque industrial**, la margen izquierda, derecha y mitad del río; presentaron los menores valores para la concentración inhibitoria CI50. Significa que estos sitios presentaron el mayor grado de toxicidad. Ver tabla 19.
2. La **margen izquierda** aguas arriba del río Machángara, se presentaron los valores más bajos, de la concentración inhibitoria cincuenta CI50, en el final; parte media e inicio del parque industrial. Interpretándose como la margen con mayor toxicidad. Ver tabla 19.
3. En la **margen derecha**, el inicio del Parque Industrial y la parte media del Parque Industrial presentaron los valores más altos de la **concentración inhibitoria cincuenta** CI50; significa que estos lugares presentaron el menor grado de toxicidad. Ver tabla 19.

4.8 Concentración inhibitoria 50 (CI50) para la especie *Phaseolus vulgaris*

4.8.10 Análisis y comparación de los resultados.

Tabla 6: *Phaseolus vulgaris*, Método Probit, 95% confianza. Fuente: Autor.

LUGAR	Lugar 1: Final de Parque Industrial margen derecha	Lugar 2: Final del parque Industrial mitad del río	Lugar 3: Final del parque Industrial margen izquierda	Lugar 4: Parte media de Parque Industrial margen	Lugar 5: Parte media de Parque Industrial margen	Lugar 6: Parte media de Parque Industrial mitad del	Lugar 7: Inicio del Parque Industrial	Lugar 8: Inicio del Parque Industrial	Lugar 9: Inicio del Parque Industrial
-------	---	---	--	---	---	--	--	--	--

				derecha	izquierda	río	Margen derecha	Mitad del río	Margen izquierda
DL50	52,8	53,4	46,8	64,9	58,1	58,1	72,0	71,2	44,6
LOEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Para la especie *Phaseolus vulgaris* la **concentración inhibitoria cincuenta** (CI50) los resultados fueron:

1. En el **final de Parque Industrial**, la margen izquierda, derecha y mitad del río; presentaron los menores valores de la concentración inhibitoria cincuenta CI50; lo cual significa que el final del parque industrial presentó el mayor grado de toxicidad. Ver tabla 20.
2. En la **margen izquierda** aguas arriba del río Machángara, se presentaron los valores más bajos de la **concentración inhibitoria cincuenta** CI50, en el final, parte media e inicio del Parque Industrial. Significa que esta margen presentó el mayor grado de toxicidad, sin embargo el inicio y el final del parque industrial fueron los lugares con mayor toxicidad. Ver tabla 20.
3. En el **inicio** del Parque Industrial la margen derecha y la mitad del río del río Machángara presentaron los valores más altos para la **concentración inhibitoria cincuenta** CI50. Interpretándose como los sitios con menor grado de toxicidad. Ver tabla 20

4.9 Evaluación del riesgo ecológico

4.9.1 Identificación del peligro (clasificación y etiquetado).

La identificación del peligro, que establece la clasificación y etiquetado de las sustancias, puede considerarse como el primer paso en las valoraciones de riesgo. La peligrosidad de una sustancia se establece en función de sus propiedades



intrínsecas, considerando como tales la toxicidad inherente para los organismos del medio, su capacidad de bioacumulación y su degradabilidad (Organización Panamericana de Salud, 2005).

4.9.2 Sistema de clasificación

El sistema de clasificación requiere la consideración de diferentes compartimentos ambientales en los que se estudia el peligro de la sustancia basándose fundamentalmente en datos de ecotoxicidad:

4.9.3 Sistemas de clasificación de sustancias y productos químicos. Frases de riesgo.

R50 *Muy tóxico para organismos acuáticos*

R51 *Tóxico para organismos acuáticos*

R52 *Nocivo para organismos acuáticos*

R53 *Puede causar efectos adversos a largo plazo en el medio acuático*

R54 *Tóxico para la flora*

R55 *Tóxico para la fauna*

R56 *Tóxico para organismos del suelo*

R57 *Tóxico para las abejas*

R58 *Puede causar efectos adversos en el medioambiente*

R59 *Peligros para la capa de ozono*

Para asignar cada una de las frases de riesgo, es necesario establecer criterios para cada compartimiento. Actualmente sólo se han adoptado criterios formalizados en la Unión Europea (UE) para el compartimiento acuático y la capa de ozono. Existen varias propuestas de clasificación para el compartimiento terrestre, entre las que cabe destacar una propuesta española. Todas ellas han sido discutidas en el seno de la UE, aunque todavía no se ha adoptado un criterio formal que permita aplicar las frases de riesgo R54 a R58

Tabla 7: Clasificación del peligro del sedimento atendiendo a la especie más sensible.

CE50	< 1 mg/L	MUY TÓXICO (R50)
CE50	1 – 10 mg/L	TÓXICO (R51)
CE50	10 – 100 mg/L	PELIGROSA (R52)
CE50	> 100 mg/L	NO PELIGROSA PARA EL MEDIO ACUÁTICO

4.9.4 Criterios de clasificación

Se utilizaron cuatro bioensayos para determinar la toxicidad aguda en los sedimentos, para los nueve lugares en los que fueron recolectadas las muestras, en cada uno de estos sitios se determinó la CE50 o concentración que produce un 50% de efecto en los organismos de ensayo.

Es necesario esclarecer que en el caso de las plantas vasculares: *Lactuca sativa*, *Zea mayz* y *Phaseolus vulgaris* fueron calculadas la Concentración Inhibitoria Cincuenta (CI50) con respecto a la inhibición de la germinación y para la especie *Eisenia foetida* la Dosis Letal Cincuenta (DL50). Estos valores pueden ser interpretados como CE50, para la identificación de peligro de los sedimentos.

Textos especializados citan que para la identificación de peligro se debe utilizar el grupo más sensible, es decir que tenga la CE50 más baja; en este caso la especie *Eisenia foetida* presentó los valores más bajos de entre las cuatro especies que fueron utilizados como bioindicadores, por lo tanto fue escogido como el organismo de referencia.

Tabla 8: Identificación del peligro de los sedimentos (clasificación y etiquetado). Fuente: Autor

LUGAR	Lugar 1: Final de Parque Industrial margen derecha	Lugar 2: Final del parque Industrial mitad del río	Lugar 3: Final del parque Industrial margen izquierda	Lugar 4: Parte media de Parque Industrial margen derecha	Lugar 5: Parte media de Parque Industrial margen izquierda	Lugar 6: Parte media de Parque Industrial mitad del río	Lugar 7: Inicio del Parque Industrial Margen derecha	Lugar 8: Inicio del Parque Industrial Mitad del río	Lugar 9: Inicio del Parque Industrial Margen Izquierda
CE50	23,9	26,4	22,6	56,7	25,5	85,1	94,3	74,6	33,7
Clasificación y etiquetado	R52 Peligroso	R52 Peligroso	R52 Peligroso	R52 Peligroso	R52 Peligroso	R52 Peligroso	R52 Peligroso	R52 Peligroso	R52 Peligroso
R52	Nocivo para organismos acuáticos	Nocivo para organismos acuáticos	Nocivo para organismos acuáticos	Nocivo para organismos acuáticos	Nocivo para organismos acuáticos	Nocivo para organismos acuáticos	Nocivo para organismos acuáticos	Nocivo para organismos acuáticos	Nocivo para organismos acuáticos

La tabla nos indica que de los nueve lugares analizados todos los sedimentos fueron clasificados como “peligrosos para el medio ambiente”; y su etiqueta corresponde a R52 significa que son **nocivos para todos los organismos acuáticos**. Su identificación se representa con el siguiente pictograma. Ver mapa



Figura 46: Mapa de Riesgo Ecológico.



: Nocivo para los Organismos Acuáticos.

4.9.5 Evaluación de los efectos en organismos acuáticos

Al igual que ocurría en el sistema de clasificación de sustancias, los criterios empleados en la valoración de efectos se basan en la selección del dato más sensible al cual se le aplica el factor de valoración. A medida que aumenta el nivel de información disponible, este factor disminuye.

4.9.6 Cuantificación del riesgo en los sedimentos del río Machángara sector parque industrial

Cálculo del riesgo = RQ

$$RQ = \frac{\text{PEC sedimento}}{\text{PNEC organismos sedimento}}$$

PEC: “Cuantificación de los contaminantes en la zona de estudio a la que está expuesta el receptor biológico”.

PNEC: “Evaluación de los efectos o cálculo de la concentración prevista sin efecto conocida. Requiere establecer una concentración umbral sin efecto para diferentes grupos de organismos o receptores, representativos del medio, previamente seleccionados” (Badii, 2005, págs. 17-24).

$$PNEC = \frac{\text{Dato de Toxicidad más sensible}}{\text{Factor de Valoración}}$$

Factor de valoración (FV) para establecer las PNEC del compartimiento acuático

$$FV_{\text{toxicidad aguda}} = 1000$$

Dato de Toxicidad más sensible = CE50 del Organismo más sensible

Organismo más sensible: *Eisenia foetida*.

Factor de valoración:

$$PNEC = \frac{CE50}{1000}$$

CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO

Tabla 8. Cuantificación del Riesgo atendiendo el lugar. Fuente: Autor

LUGAR	Lugar 1: Final de Parque Industrial <i>margen derecha</i>	Lugar 2: Final del parque Industrial <i>mitad del río</i>	Lugar 3: Final del parque Industrial <i>margen izquierda</i>	Lugar 4: Parte media de Parque Industrial <i>margen derecha</i>	Lugar 5: Parte media de Parque Industrial <i>margen izquierda</i>	Lugar 6: Parte media de Parque Industrial <i>mitad del río</i>	Lugar 7: Inicio del Parque Industrial <i>Margen derecha</i>	Lugar 8: Inicio del Parque Industrial <i>Mitad del río</i>	Lugar 9: Inicio del Parque Industrial <i>Margen Izquierda</i>
DL50	23,9	26,4	22,6	56,7	25,5	85,1	94,3	74,6	33,7
Zn mg/L	10,81	8,32	1159,6	7,43	12,98	6,82	7,43	8,53	9,44
PEC	10,81	8,32	1159,6	7,43	12,98	6,82	7,43	8,53	9,44
PNEC	0,0239	0,0264	0,0226	0,0567	0,0255	0,0851	0,0943	0,0746	0,0337
RQ Factor de riesgo	452,3	315,15	51.309,7	131,04	509	80,14	78,79	114,34	280.1

Si la PEC es igual o menor que la PNEC se considera que la sustancia es de bajo riesgo, mientras que cuando el cociente $PEC/PNEC > 1$, se identifica un riesgo que aumenta a medida que dicho valor va subiendo (Organización Panamericana de Salud, 2005) (Peña, Carter, & Ayala Fierro, 2001, págs. 102-125).

Todos los sedimentos del río Machángara presentaron riesgo, sin embargo éste se intensifica en algunos lugares más que otros.

- De los nueve lugares estudios el final del parque industrial en la margen izquierda aguas arriba, presentó el mayor riesgo.
- Comparando los factores de riesgo en el inicio, parte media y final del parque industrial esta última presentó el mayor riesgo.
- El margen izquierda aguas arriba del parque industrial presentó mayor riesgo que el margen derecha y la mitad del río.



- Los sitios con menor riesgo representaron la mitad del río en la parte media del parque industrial y el margen derecho al inicio del parque industrial.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1 Potencial de Hidrógeno pH.-

El requisito para la vida acuática es que el pH del agua se encuentre en un rango entre: 6,5 a 8,7(Chang Gómez, 2003, págs. 60-61). Los criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces el límite máximo permisible está entre 5,9 y 6(Ecuador, 2004), donde los puntos críticos de mortalidad de peces está en el rango aproximado se pH=4 y pH=11. El crecimiento y reproducción puede ser afectado entre pH 4-6 y pH 9-10 para ciertos peces.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla 2, donde los valores del pH oscilan entre 5,6 y 7, no existe variabilidad con respecto a los parámetros de calidad establecidos, pese a ser una zona vulnerable debido a que se encuentra en ésta asentado el Parque Industrial de la Ciudad de Cuenca, por lo tanto no se considera un parámetro que influya en la preservación de la flora y fauna.

5.2 Biodisponibilidad de metales pesados Cd; Pb y Zn en los sedimentos del río Machángara sector del Parque Industrial, en la fase biodisponible.

No se determinó Pb y Cd en la fase Biodisponible de los sedimentos, quizás éstos resultados obedezcan a que no se utilizaron los equipos recomendados en la especiación de metales pesados en sedimentos, como es el equipo de “Plasma de Acoplamiento Inductivo-Espectro fotómetro de masas” (ICP-MS), cuya detección de trazas de metales pesados es de partes por trillón (ppt), u otros equipos de mayor sensibilidad recomendados por sus múltiples beneficios cómo el proporcionar información cualitativa y cuantitativa fiable, sobre la mayoría de los elementos.

Como aseveran expertos en trabajos de investigación similares, por ejemplo el estudio de la *“Biodisponibilidad y fraccionamiento de metales pesados en suelos agrícolas enmendados con biosólidos de origen municipal”* (Gonzalez Flores, Tornero Campante, & Sandoval Castro, 2011, págs. 291-301) y por otro lado *“Distribución y estabilización de metales pesados en los sedimentos provenientes de los residuales líquidos de la industria automotriz”* (GUTIERREZ, 2009, pág. 10) y *Evaluación del Efecto del Vertido Tóxico sobre la Calidad del Agua y Los Sedimentos de los Ríos Agrio y Guadimar 2005*

Se afirma: *“cuando una sustancia se incorpora en un sistema acuático, las reacciones químicas que puedan ocurrir al producirse esta mezcla pueden modificar significativamente la biodisponibilidad de la sustancia, aumentando o disminuyendo su toxicidad”* (Sobrero, 2010, págs. 177-205).

Según los resultados de la investigación se ha detectado Zn, en los sedimentos:

- En el final del parque Industrial, margen Izquierda, aguas arriba, se detectó: 1159,63 mg/Kg de Zn en la fase Biodisponible, valor que puede ser interpretado como la concentración de Zn en el agua de ese sector fue de 1159.65 mg/L agua.
- En el resto de lugares estudiados, se detectaron concentraciones de Zn que van de 8.32 – 12.97 mg/Kg lo que equivale a 8.32 – 12.97 mg/L agua, según la norma Ecuatoriana para la Preservación de la Flora y la Fauna en Agua dulce, la concentración de Zn debe ser de 0,18 mg/L agua (Ecuador, 2004, pág. 10) y para



consumo humano y uso doméstico de 5 mg/L agua. Por lo tanto estos parámetros resultan extremadamente altos para la preservación de la vida acuática en este efluente.

5.3 Comparación de la inhibición de la germinación de las semillas considerando: especie y lugar.

En el **INICIO DEL PARQUE INDUSTRIAL** las especies *Lactuca sativa* y *Phaseolus vulgaris* presentaron resultados similares con respecto a la inhibición de la germinación, a concentraciones altas de sedimento, la mayor inhibición se presentó en la margen izquierda, en comparación con la especie *Zea mays*, cuyas diferencias se dieron a concentraciones bajas de sedimento. Todas las especies presentaron la mayor inhibición en la margen izquierda aguas arriba.

En la **PARTE MEDIA DEL PARQUE INDUSTRIAL** los resultados coinciden para las especies *Lactuca sativa* y *Phaseolus vulgaris*, determinándose diferencias en la inhibición de la germinación entre la margen izquierda con la mitad del río y la margen derecha a concentraciones altas de sedimento (100% y 50%), no así para la especie *Zea Mayz* cuyas diferencias se dieron a concentraciones bajas de sedimento; en todas las especies la mayor inhibición se presentó en la margen izquierda aguas arriba.

Al **FINAL DEL PARQUE INDUSTRIAL** los resultados para las tres especies fueron iguales, no se presentaron diferencias entre las márgenes izquierda, derecha y mitad del río.

En la **MARGEN IZQUIERDA AGUAS ARRIBA** los resultados para las tres especies fueron similares, no se presentaron diferencias en el inicio, parte media y final del parque industrial.

En la **MITAD DEL RÍO** los resultados obtenidos para las especies *Lactuca sativa*, *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris* fueron similares, no se presentaron diferencias en la inhibición de la germinación en el inicio, parte media y final del parque industrial salvo en alguna de las concentraciones de sedimento.



En la **MARGEN DERECHA AGUAS ARRIBA** existieron diferencias en los resultados obtenidos entre la especie *Lactuca sativa* con las especies *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*. Esta discrepancia se debió a que la especie *Lactuca sativa* presentó diferencias entre las márgenes izquierda y derecha y mitad del río a concentraciones altas de sedimento, mientras que para las otras especies estas diferencias se dieron a concentraciones bajas de sedimento.

Las especies vegetales presentan diferente sensibilidad frente a los distintos contaminantes debido a sus diferentes características: biológicas, fisiológicas, morfológicas, estructurales, hábitat, rol ecológico durante la exposición de las semillas como se demuestra: *“Estudio de la fitotoxicidad de metales pesados y del herbicida Glifosato en ambientes acuáticos. Bioensayos con plantas vasculares como organismos de diagnóstico”* (Sobrero, 2010, págs. 1-30). Algo similar manifiesta: (Prieto Méndez & Gonzalez Ramirez, 2009, págs. 29-44) en su estudio *“Efecto ecotoxicológico de tres metales pesados sobre el crecimiento radicular de cuatro plantas vasculares”*. Y finalmente la (USEPA, 1996) manifestó que *“El efecto del compuesto tóxico sobre la germinación de semillas y el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento, algunas especies son más sensibles a los compuestos tóxicos que otras”*.

5.3 Interpretaciones de los resultados de toxicidad aguda

5.3.1 *Eisenia foetida*

El **final del parque industrial** presenta el mayor porcentaje de muertes, tanto en la margen izquierda, mitad del río y margen derecha, no existe diferencias entre estos tres lugares.

La **margen izquierda** del río Machángara aguas arriba, muestra el mayor porcentaje de muertes, en la parte media y final del parque industrial, con una ligera diferencia en el inicio del parque industrial.

En el **inicio del parque industrial**, la margen derecha presenta el menor número de organismos muertos, de los nueve lugares en los que se realizaron los bioensayos.

La especie *Eisenia foetida* entre otras especies, fue recomendada (Ramírez Romero & Mendoza Cantú, 2008, págs. 225-232) en pruebas rutinarias de toxicidad por varios factores: sensibilidad, importancia ecológica y económica.



Se ha comprobado que la lombriz de tierra roja californiana, es un excelente bioindicador en problemas de contaminación del suelo, por lo que en otros países está siendo utilizada para determinar la Concentración Letal 50 (CL50).

Organizaciones como la OCDE (Organización Europea para la Cooperación y el Desarrollo Económico); EPA (Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.) y la ISO (International Organization for Standardization), entre otras, han adoptado la especie *E. foetida* en pruebas de toxicidad aguda.

A través de la ingestión de tierra o arena contaminada, las lombrices entran en contacto con los contaminantes que llegan o se aplican al suelo y pueden permanecer adsorbido en partículas minerales, materia orgánica y la solución del suelo (Kaplan, 1980, págs. 1-6). A partir de este contacto, los gusanos pueden, morir o sobrevivir, e incorporar estos contaminantes en sus tejidos. (Edwards, 2004, pág. 91;181), y (Lowe & Butt, 2007, págs. 281-288) “destacan la importancia de la evaluación de la toxicidad de los contaminantes sobre las lombrices en diferentes ecotipos, ya que cada una tiene diferentes efectos en el suelo. Los resultados de los estudios con especies endógenas relacionan mejor con los posibles cambios en el ambiente del suelo”. Se manifiesta que “Las lombrices son excelentes bioindicadores de la ecotoxicidad de las sustancias químicas en el suelo, ya que indican el potencial a lo largo de estas telas de bioacumulación” (Cuevas Díaz, Espinoza Reyes, Ilizitaliturri Hernández, & Mendoza Cantú, 2012) (Paoletti, 1999, págs. 137-155).

5.4 Discusión de los resultados de toxicidad, dosis respuesta: dosis letal 50 en la especie *Eisenia foetida*, y concentración inhibitoria 50 para la germinación de las semillas, de las especies *Lactuca sativa*, *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*

5.4.1 EISENIA FOÉTIDA

1. Comparando los resultados obtenidos para la Dosis Letal Cincuenta en las márgenes, izquierda, derecha y mitad del río, los valores más bajos representa **la margen izquierda**, significa que este lugar tiene la **mayor toxicidad**.



2. El **inicio del Parque Industrial** en su **margen derecha**, representa el menor grado de contaminación, por tener el valor más alto de la ***dosis letal cincuenta***.
3. EL **final del Parque Industrial** en su **margen izquierda** representa el **mayor grado** de toxicidad por tener el valor más bajo de la DL50, de todos los lugares investigados.

5.4.2 Lactuca sativa

1. El **final del parque industrial** representa los valores más bajos para la Concentración Inhibitoria Cincuenta (CI50), tanto en sus **márgenes izquierda, derecha y mitad del río**, lo que significa que este sector es el más contaminado.
2. La **margen izquierda del río Machángara** aguas arriba, representa el mayor grado de contaminación, siendo el lugar más afectado el inicio del parque Industrial.
3. Los lugares de **menor toxicidad** representan la **margen derecha al inicio del parque Industrial** y la **mitad del río en la parte media del Parque Industrial**. (Ver gráfico)

5.4.3 Zea mays

1. El **final del parque industrial** representa el mayor grado de toxicidad, en sus márgenes **izquierda, derecha y mitad del río**, porque tienen los valores más bajos de la concentración inhibitoria CI50; presentándose la mayor afectación en la **margen izquierda y mitad del río Machángara**.
2. La **margen izquierda** aguas arriba, presenta el mayor grado de toxicidad, tanto en el **inicio** como en el **final** del Parque Industrial; por presentar los valores más bajos de **concentración inhibitoria** CI50 comparados a los de la mitad del río y la margen derecha.
3. En la **margen derecha** el inicio y parte media del Parque Industrial, representan el menor grado de toxicidad por tener los valores más altos para las concentraciones inhibitorias CI50. (Ver gráfico)



5.4.4 Phaseolus vulgaris

1. El **final de Parque Industrial**, en sus márgenes izquierda, derecha y mitad del río presentan la menor concentración inhibitoria cincuenta CI50, en comparación con el inicio y parte media del Parque Industrial. Sin embargo, de los tres lugares, la margen izquierda es la que presenta la mayor toxicidad por su Concentración Inhibitoria Cincuenta (CI50) más baja.
2. La **margen izquierda** aguas arriba del río Machángara, representa el lugar de mayor contaminación, si se compara con la mitad del río y la margen derecha. Presentándose el mayor grado de toxicidad tanto al **inicio** y **final** del Parque Industrial, por los resultados obtenido de la CI50.
3. En el **inicio del Parque Industrial**, la margen derecha y parte media del río Machángara, representan los menores valores de toxicidad. (Ver figura 22)

El cálculo de la Concentración Inhibitoria Cincuenta CI50, se realizó en base a la inhibición de la germinación de las semillas, por lo que los resultados obtenidos para la (CI50) obedecen a esos resultados. En consecuencia la evaluación del impacto está relacionada directamente con la desigualdad de respuestas de los diferentes bioindicadores.

El efecto de los sedimentos sobre la germinación de las semillas, indica que la mayor sensibilidad presenta la especie *Lactuca Sativa* de las tres especies de plantas vasculares, como demuestran estudios parecidos de Edisleid y Águila Jiménez¹, Osmany Marrero Chang¹, Yileimys Cárdenas Expósito² y Nancy Bernal (2013) y otros autores (Wang, 1991) y (Browsers, Pratt, Beeson, & Lewis, 2009, págs. 207-213) citado en Evaluación ecotoxicológica de extractos acuosos de plantas en semillas de rábano, lechuga y tomate (2013) quienes recomiendan el uso de *L sativa* como ensayo de primera elección ante la exposición a tóxicos ambientales.

De forma general la respuesta de la inhibición de la germinación a los sedimentos fueron: *Phaseolus vulgaris* < *Zea mays* < *Lactuca sativa*.



La especie *Zea mays* presenta menor tolerancia en relación a la especie *Phaseolus vulgaris* como lo demuestra el estudio “ Evaluación de la tolerancia de semillas de frijol y maíz a Cd, Pb, Cr y Ni” (2013)

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El pH del agua en los nueve lugares donde se recolectaron los sedimentos, fueron de 5,65 en la mitad del río al final del parque industrial y pH de 7 en la mitad del río en la parte media del parque industrial, los seis lugares restantes, tuvieron un pH igual a 6. Estos parámetros son muy cercanos a límites permisibles (5,9 – 6) establecidas en las leyes ecuatorianas para aguas dulces.
- No se detectaron Pb y Cd en la fase biodisponible de los sedimentos del río Machángara, sector parque industrial.
- En el final del parque Industrial, margen Izquierda aguas arriba, se detectó: 1159,63 mg/Kg de Zn en la fase biodisponible, valor que puede ser interpretado como la concentración en el agua en mg/L.
- La concentración de Zn en el resto de lugares estudiados van desde 8,32 hasta 12,97 mg/Kg, interpretándose como en el caso anterior como la concentración de Zn expresada en mg/L. Por lo que estos parámetros resultan extremadamente altos para la preservación de la vida acuática en este efluente.
- La calidad de los sedimentos en los nueve lugares evaluados, fueron considerados “peligrosos para el medio ambiente”, significa que son **nocivos para todos los organismos acuáticos**. Estos resultados se basaron fundamentalmente en los estudios de ecotoxicidad realizados.
- Todos los sedimentos del río Machángara presentaron valores mayores o menores de riesgo ecológico., sin embargo este riesgo se intensificó en algunos lugares más que otros.



- El final del parque industrial presentó valores mayores de riesgo ecológico en comparación con el inicio y parte media del mismo.
- El margen izquierda aguas arriba del parque industrial, presentó valores mayores de riesgo ecológico, en comparación con el margen derecha y la mitad del río.
- Los lugares con menores valores de riesgo ecológico fueron: la mitad del río, en la parte media del parque industrial, y el margen derecha aguas arriba, al inicio del parque industrial.

RECOMENDACIONES

Por toda la problemática antes citada, es fundamental proponer alternativas que minimicen el impacto ambiental que se da en este lugar del río Machángara:

1. Hacer cumplir con todas ordenanzas municipales y leyes ambientales que existen en nuestro país con respecto al tratamiento previo de las aguas residuales antes de ser evacuadas a los recolectores de las alcantarillas. Para ello se propondría que la empresa etapa realice monitoreo y análisis de las aguas residuales en forma permanente y sin previo aviso, en cada una de las empresas y que sancione a todas aquellas que infrinjan la ley.
2. Conducir por un sistema eficiente de colectores todas las aguas residuales de todas las fábricas del parque industrial y ser llevadas a una planta de tratamiento, donde la tecnología recomendada a utilizarse es la membrana VR por las siguientes razones:
 - Se trata de aguas residuales industriales que reciben un pretratamiento en cada una de las industrias.
 - Porque su recuperación es del 90 %
 - Puede ser instalado en zonas donde el espacio es una limitación, como es el caso del parque industrial.
 - Este tipo de tratamiento no solo servirán para la remoción de metales pesados, sino para la remoción de otros contaminantes como los compuestos orgánicos, que muchas veces constituyen una parte importante de los efluentes líquidos industriales.
3. Para remediar las márgenes de los ríos se aplicaría la fitorremediación específicamente la fitoestabilización por las siguientes características:

Por la reducción de la biodisponibilidad de los contaminantes mediante la vegetación con especies vegetales tolerantes y propias del lugar.



El contaminante no es extraído del medio, pero el proceso implica: mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, protección frente a la erosión y evita el transporte del contaminante.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bibliografía

Badii, P. D. (2005). Monitoreo Biológico como Herramienta Esencial en la Evaluación del Riesgo Ecológico y el Impacto Ambiental. *CCUULLCCyyTT//Ambiente* , 17-24.

Browsers, N., Pratt, J., Beeson, D., & Lewis, M. (2009). Comparative Evaluation of Soil Toxicity using Lettuce. En N. Browsers, J. Pratt, D. Beeson, & M. Lewis, *Toxicología y Química Ambiental* (págs. 207-213). Oregon : Environmental Toxicology.

Castillo Morales, G. (2004). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. En G. Castillo Morales, *Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas* (págs. 71-79). México: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

Castillo Morales, G. (2004). Ensayos Toxicológicos y Métodos de evaluación de Calidad de Aguas. En G. Castillo Morales, *Ensayos Toxicológicos y Métodos de evaluación de Calidad de Aguas* (págs. 71-79; 99-110). México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Castillo Morales, G. (2004). *Monitoreo de suelos contaminados mediante pruebas Ecotoxicológicas*. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Cauca, C. a. (2007). *Evaluación de la presencia de sustancias tóxicas en algunos afluentes del río Cauca* (Vol. IV). Santiago de Cali.

Chang Gómez, J. (28 de 10 de 2003). *Calidad del Agua*. (J. Chang Gómez, Intérprete) Universidad Politécnica del Litoral, Guayaquil, Guayas, Ecuador.

Chen D, W. J. (2012). Highly sencitive detection of organophosphorus pesticides by acetulcholinesterase. *Biosensor and Bioelectronics* .

Cuevas Díaz, M. d., Espinoza Reyes, G., Ilizitaliturri Hernández, C. A., & Mendoza Cantú, A. (2012). Métodos ecotoxicológicos para la evaluación de suelos contaminados con hidrocarburos. En M. d. Cuevas Díaz, G. Espinoza Reyes, C. A. Ilizitaliturri Hernández, & A. Mendoza Cantú, *Métodos ecotoxicológicos para la evaluación de suelos contaminados con hidrocarburos* (págs. 47-86). México: Instituto Nacional de Ecología.

Cuevas Díaz, M. d., Solíz Dominguez, F. A., & Martínez Toledo, Á. (2012). Monitoreo de Suelos Contaminados mediante pruebas Ecotoxicológicas. *Revista Académica de Investigación* , 4-5.



Ecuador, G. d. (10 de 04 de 2004). Norma de Calidad Ambiental y descarga de Efluentes: Recurso Agua Libro VI, Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y descarga de Efluentes: Recurso Agua. Quito, Pichincha, Ecuador.

Edwards, C. (2004). Earthworm Ecology. En E. Ecology, *Earthworm Ecology* (pág. 91;181). Ohio: CRC Press.

Galán Huertos, E. (2008). Contaminación de Suelos por Metales Pesados. *Revista de la Sociedad Española de Minerología* , 4-5.

Gonsalez Flores, E., Tornero Campante, M. A., & Sandoval Castro, E. (2011). Biodisponibilidad y Fraccionamiento De Metales Pesados Eeen Suelos Agrícolas Enmendados Con Biosolidos De Origen Municipal. *Revista Internacional De La Contaminación Ambiental* , 291-301.

Gonzalez Flores, E. (2011). Biodisponibilidad y Fraccionamiento de materiales pesados en suelos agrícolas enmendados con Biosólidos de origen Municipal. *Revista Internacional de Contaminantes Ambientales.* , 292-293.

Gutierrez, A. M. (2009). *Distribución y Estabilización de Metales Pesados en los Sedimentos Provenientes de los Residuales Líquidos de una Industria Automotriz*. Cumaná: Universidad de Oriente Núcleo de Sucre .

Kaplan, D. (1980). Physicochemical requirements in the environment of the earthworm *Eiseniafoetida*. Soil Biology and Biochemistry. *Soil Biological Biochemical* , 1-6.

Kestwall, B. (2009). *Principios de la Ecotoxicología. Diagnóstico, gestión y tratamiento del medio ambiente*. México: MCGrawHill.

L.A, A. (2006). *Curso básico de Toxicología ambiental*. México: Limusa Noriega Editores.

López Julián, P. L. (2011). Biodisponibilidad y Fraccionamiento de Metales Pesados en Suelos Agrícolas Enmendados con Biosólidos de Origen Municipal. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* , 291-301.

Lowe, C., & Butt, K. (2007). Earthworm culture, maintenance and species selection in chronic ecotoxicological studies: A critical review. *European Journal of Soil Biology* , 281-288.

Mara, M. (2010). O uso de minhocas como bioindicadores de contaminação de solos. *Acta zoológica mexicana.* , 95-107.

Organización Panamericana de Salud, E. d. (Enero de 2005). *Curso de Autoinstrucción en Evaluación de Riesgos*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2014,

de Curso de Autoinstrucción en Evaluación de Riesgos:
<http://www.bvsde.paho.org/tutorial/ambientales/efectos.html>

Paoletti, M. (1999). The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* , 137-155.

Peña, C., Carter, D., & Ayala Fierro, F. (2001). *Toxicología Ambiental, Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental*. Arizona: Southwest Hazardous Waste Program.

Prieto Méndez, J., & Gonzalez Ramirez, C. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* , 29-44.

Ramírez Romero, P., & Mendoza Cantú, A. (2008). Ensayos toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo. En P. Ramírez Romero, & A. Mendoza Cantú, *Ensayos toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo* (págs. 55-68). México: Instituto Nacional de Ecología, Semarnat.

Rauret., L.-S. J. (2002). Improvement of the BCR three sequential extraction procedure prior to the new certification of a new sediment and soil reference materials. . *Environmental Monitoring* , 57-61.

Rodriguez Hermogenes, R. (12 de 07 de 2001). Estudio de Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Llobregat. *Estudio de Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Llobregat* . Barcelona, Barcelona, España: Universidad de Cataluña.

Severiche Sierra, C. A., Castillo Bertel, M. E., & Acevedo Barrios, R. L. (2013). *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físico Químicos Básicos en Aguas*. Cartagena de Indias: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.

Sobrero, M. C. (Noviembre de 2010). Estudio de la Fitotoxicidad de Metales Pesados y del Hervicida Glifosato en Ambientes Acuáticos. Bioensayos con Plantas Vasculares Como Organismos Diagnóstico. Ciudad de la Plata, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de la Plata.

Wang, W. (1991). Literature review on higher plants for toxicity testing. Water, Air and Soil Pollution . En A. a. Literature review on higher plants for toxicity testing. Water, *Literature review on higher plants for toxicity testing. Water, Air and Soil Pollution* (págs. 381-400). Illinois: Illinois State Water Survey.

Capo M. (2009). *Principios de ecotoxicología*. Tercera edición, Mc Graw-Hill Profesional. España

ANEXOS

ANEXO 1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS ECOTOXICOLÓGICO.

RESULTADOS

#PSG = Número de plantas sin germinar.

IG = Inhibición de la germinación en porcentaje.

Clasificación de efectos subletales en *Eisenia foetida*:

- a. Reacción disminuida al estímulo mecánico
- b. Pérdida de fluido celómico
- c. Daños en la región clitelar.
- d. Presencia de abultamientos y constricciones

***Eisenia foetida*. Toxicidad aguda utilizando como sustrato suelo artificial y sedimento. 14 días.**

Lugar N° 1: Final Parque Industrial Margen Derecha	% dilución	7 días				14 días			
		Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos	Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos
1	50	13	/40	32,5	a, b, c	27	/40	67,5	a, b, c, d
2	25	8	/40	20	a	18	/40	45	a, b
3	12,5	7	/40	17,5		14	/40	35	a
4	6,25	5	/40	12,5		12	/40	30	
5	3,13	3	/40	7,5		5	/40	12,5	
6	1,56	0	/40	0		0	/40	0	
Control negativo		0	/40	0		0	/40	0	

Lugar N°2: Final Parque Industrial mitad del rio	% dilución	7 días			14 días		
		Muertes/ Total de organismos	% muertes	Efectos	Muertes/ Total de organismos	% muertes	Efectos
1	50	11 /40	27,5	a, b, c	26 /40	65	a, b,c,d
2	25	6 /40	15	b	17 /40	42,5	a,b
3	12,5	5 /40	12,5		13 /40	32,5	a
4	6,25	7 /40	17,5		12 /40	30	
5	3,13	5 /40	12,5		5 /40	12,5	
6	1,56	0 /40	0		0 /40	0	
Control negativo		0 /40	0		0 /40	0	

Lugar N°3: Final Parque Industrial Margen Izquierda	% dilución	7 días			14 días		
		Muertes/ Total de organismos	% muertes	Efectos	Muertes/ Total de organismos	% muertes	Efectos
1	50	10 /40	25	a,b,c	27 /40	67,5	a,b,c,d
2	25	5 /40	12,5	b	19 /40	47,5	a,b
3	12,5	4 /40	10		14 /40	35	a
4	6,25	6 /40	15		13 /40	32,5	
5	3,13	4 /40	10		6 /40	15	
6	1,56	0 /40	0		0 /40	0	
Control negativo		0 /40	0		0 /40	0	

Lugar N°4: Parte media Parque Industrial Margen derecha	% dilución	7 días				14 días			
		Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos	Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos
1	50	11	/40	27,5	a,b	19	/40	47,5	a,b,c,d
2	25	6	/40	15	d	11	/40	27,5	d
3	12,5	4	/40	10		6	/40	15	
4	6,25	3	/40	7,5		5	/40	12,5	
5	3,13	2	/40	5		1	/40	2,5	
6	1,56	0	/40	0		0	/40	0	
Control negativo		0	/40	0		0	/40	0	

Lugar N°5: Parte media Parque Industrial Margen Izquierda	% dilución	7 días				14 días			
		Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos	Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos
1	50	11	/40	27,5	a,b,c	26	/40	65	a,b,c,d
2	25	6	/40	15	a	18	/40	45	a,b
3	12,5	5	/40	12,5		13	/40	32,5	d
4	6,25	7	/40	17,5		12	/40	30	
5	3,13	5	/40	12,5		5	/40	12,5	
6	1,56	0	/40	0		0	/40	0	
Control negativo		0	/40	0		0	/40	0	

Lugar N°6: Parte media Parque Industrial mitad del Río.	% dilución	7 días				14 días			
		Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos	Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos
1	50	9	/40	22,5	a,b	16	/40	40	a,b,c
2	25	4	/40	10		9	/40	22,5	b
3	12,5	3	/40	7,5		4	/40	10	
4	6,25	5	/40	12,5		3	/40	7,5	
5	3,13	3	/40	7,5		2	/40	5	
6	1,56	0	/40	0		0	/40	0	
Control negativo		0	/40	0		0	/40	0	

Lugar N°7: Inicio del Parque Industrial margen derecha	% dilución	7 días				14 días			
		Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos	Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos
1	50	8	/40	20	a,b	13	/40	32,5	a,b,c
2	25	3	/40	7,5		4	/40	10	b
3	12,5	2	/40	5		2	/40	5	
4	6,25	5	/40	12,5		1	/40	2,5	
5	3,13	3	/40	7,5		0	/40	0	
6	1,56	0	/40	0		0	/40	0	
Control negativo		0	/40	0		0	/40	0	

Lugar N°8: Inicio Parque Industrial mitad del Rio	% dilución	7 días				14 días			
		Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos	Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos
1	50	7	/40	17,5	a,b	12	/40	30	a,b,c
2	25	2	/40	5		3	/40	7,5	b
3	12,5	1	/40	2,5		1	/40	2,5	
4	6,25	4	/40	10		1	/40	2,5	
5	3,13	2	/40	5		0	/40	0	
6	1,56	0	/40	0		0	/40	0	
Control negativo		0	/40	0		0	/40	0	

Lugar N°9: Inicio del parque Industrial Margen izquierda	% dilución	7 días				14 días			
		Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos	Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos
1	50	11	/40	27,5	a,b,c,d	24	/40	60	a,b,c,d
2	25	6	/40	15		14	/40	35	
3	12,5	4	/40	10		13	/40	32,5	
4	6,25	6	/40	15		10	/40	25	
5	3,13	5	/40	12,5		6	/40	15	
6	1,56	0	/40	0		0	/40	0	
Control negativo		0	/40	0		0	/40	0	

Dicromato de K	% dilución	7 días				14 días			
		Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos	Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos
1	0,01600	40	/40	100	a,b	40	/40	100	a,b,c,d
2	0,00800	36	/40	90	d	40	/40	100	d
3	0,00400	32	/40	80		36	/40	90	
4	0,00200	28	/40	70		30	/40	75	
5	0,00100	20	/40	50		24	/40	60	
6	0,00050	6	/40	15		17	/40	42,5	
7	0,00025	0	/40	0		0	/40	0	
Control negativo									

Lactuca sativa

Réplicas Judith1	Concentración %						Parámetro
	100	50	25	12,5	6,25	Control	
1	2,16	2,48	2,82	3,17	3,52	4,5	Longitud radical cm
2	2,21	2,53	2,87	3,22	3,57	4,42	
3	2,15	2,47	2,81	3,16	3,51	4,48	
1	30	50	60	70	90	100	Índice de germinación %
2	40	60	70	80	90	100	
3	20	40	60	80	90	100	

Réplicas Judith2	Concentración %						Parámetro
	100	50	25	12,5	6,25	Control	
1	2,38	2,35	2,7	3,03	3,41	4,41	Longitud radical cm
2	2,19	2,4	2,75	3,08	3,46	4,33	
3	2,31	2,34	2,69	3,02	3,4	4,39	
1	30	60	70	80	80	100	Índice de germinación %
2	30	50	60	70	100	100	
3	20	50	60	90	90	100	

Réplicas Judith3	Concentración %						Parámetro
	100	50	25	12,5	6,25	Control	
1	2,17	2,43	2,75	3,11	3,46	4,46	Longitud radical cm
2	2,21	2,48	2,8	3,16	3,51	4,38	
3	2,35	2,42	2,74	3,1	3,45	4,44	
1	30	50	60	70	90	100	Índice de germinación %
2	20	40	50	80	80	100	
3	30	50	70	80	90	100	

Réplicas Judith4	Concentración %						Parámetro
	100	50	25	12,5	6,25	Control	
1	2,29	2,55	2,87	3,23	3,58	4,29	Longitud radical cm
2	2,33	2,6	2,92	3,28	3,63	4,35	
3	2,47	2,54	2,86	3,22	3,57	4,37	
1	40	50	60	70	90	100	Índice de germinación %
2	50	40	50	80	80	100	
3	50	50	70	80	90	100	

Réplicas Judith5	Concentración %						Parámetro
	100	50	25	12,5	6,25	Control	
1	2,17	2,43	2,73	3,1	3,45	4,34	Longitud radical cm
2	2,21	2,37	2,67	3,04	3,39	4,4	
3	2,23	2,46	2,69	2,92	3,15	4,36	
1	50	40	50	70	90	100	Índice de germinación %
2	30	40	50	70	80	100	
3	20	50	70	80	90	100	

Réplicas Judith6	Concentración %						Parámetro
	100	50	25	12,5	6,25	Control	
1	2,6	2,86	3,16	3,53	3,88	4,31	Longitud radical cm
2	2,64	2,8	3,1	3,47	3,82	4,33	
3	2,66	2,89	3,12	3,35	3,58	4,35	
1	70	60	60	70	90	100	Índice de germinación %
2	50	50	60	80	80	100	
3	60	50	70	80	90	100	

Réplicas Judith7	Concentración %						Parámetro
	100	50	25	12,5	6,25	Control	
1	2,42	2,74	3,08	3,43	3,78	4,5	Longitud radical cm
2	2,45	2,77	3,11	3,46	3,81	4,42	
3	2,51	2,83	3,17	3,52	3,87	4,48	
1	70	50	60	70	90	100	Índice de germinación %
2	60	60	60	80	80	100	
3	60	50	70	80	90	100	

Réplicas Judith8	Concentración %						Parámetro
	100	50	25	12,5	6,25	Control	
1	2,32	2,64	2,98	3,33	3,68	4,5	Longitud radical cm
2	2,37	2,69	3,03	3,38	3,73	4,42	
3	2,39	2,71	3,05	3,4	3,75	4,48	
1	40	40	40	70	90	100	Índice de germinación %
2	50	60	60	80	80	100	
3	70	50	70	80	90	100	

Réplicas Judith9	Concentración %						Parámetro
	100	50	25	12,5	6,25	Control	
1	2,15	2,28	2,41	2,54	2,67	4,38	Longitud radical cm
2	2,23	2,36	2,49	2,62	2,75	4,44	
3	2,31	2,44	2,57	2,7	2,83	4,41	
1	30	30	60	70	90	100	Índice de germinación %
2	40	40	50	80	80	100	
3	20	40	70	80	90	100	

Zea mays (Germinación)

Réplicas Judith1	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	7	70	5	50	2	20	2	20	1	10
2	0	0	6	60	6	60	4	40	3	30	2	20
3	0	0	8	80	7	70	4	40	2	20	2	20



Réplicas Judith2	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	7	70	7	70	2	20	2	20	2	20
2	0	0	6	60	8	80	3	30	3	30	1	10
3	0	0	9	90	6	60	3	30	2	20	1	10

Réplicas Judith3	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	8	80	5	50	3	30	3	30	2	20
2	0	0	7	70	6	60	5	50	2	20	2	20
3	0	0	9	90	6	60	4	40	2	20	1	10

Réplicas Judith4	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	8	80	5	50	4	40	2	20	1	10
2	0	0	6	60	4	40	3	30	1	10	1	10
3	0	0	9	90	3	30	2	20	2	20	1	10

Réplicas Judith5	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	9	90	6	60	2	20	2	20	2	20
2	0	0	8	80	4	40	3	30	3	30	1	10
3	0	0	8	80	5	50	3	30	3	30	1	10



Réplicas Judith6	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	7	70	3	30	2	20	2	20	1	10
2	0	0	6	60	3	30	3	30	3	30	2	20
3	0	0	7	70	3	30	2	20	2	20	2	20

Réplicas Judith7	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	7	70	3	30	2	20	2	20	1	10
2	0	0	6	60	4	40	3	30	3	30	1	10
3	0	0	6	60	4	40	4	40	2	20	1	10

Réplicas Judith8	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	7	70	6	60	2	20	2	20	2	20
2	0	0	6	60	3	30	3	30	3	30	1	10
3	0	0	8	80	5	50	3	30	2	20	1	10

Réplicas Judith9	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	6	60	5	50	3	30	3	30	2	20
2	0	0	7	70	6	60	5	50	2	20	2	20
3	0	0	8	80	6	60	4	40	2	20	1	10

Phaseolus vulgaris (Frijol)

Réplicas Judith1	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	7	70	5	50	2	20	2	20	1	10
2	0	0	6	60	6	60	4	40	3	30	2	20
3	0	0	8	80	7	70	4	40	2	20	2	20

Réplicas Judith2	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	8	80	7	70	2	20	2	20	2	20
2	0	0	6	60	6	60	3	30	3	30	1	10
3	0	0	8	80	5	50	3	30	2	20	1	10
Total	0	0	22	73,333	18	60	8	26,667	7	23,333	4	13,333

Réplicas Judith3	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	8	80	5	50	3	30	3	30	2	20
2	0	0	7	70	6	60	5	50	2	20	2	20
3	0	0	9	90	6	60	4	40	2	20	1	10

Réplicas Judith4	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	8	80	4	40	3	30	2	20	1	10
2	0	0	6	60	5	50	2	20	2	20	1	10
3	0	0	9	90	3	30	3	30	2	20	1	10



Réplicas Judith5	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	9	90	6	60	2	20	2	20	2	20
2	0	0	8	80	4	40	3	30	3	30	1	10
3	0	0	9	90	5	50	3	30	3	30	1	10

Réplicas Judith6	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	6	60	3	30	2	20	2	20	1	10
2	0	0	6	60	3	30	3	30	3	30	2	20
3	0	0	7	70	3	30	2	20	2	20	2	20

Réplicas Judith7	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	7	70	3	30	2	20	2	20	1	10
2	0	0	5	50	4	40	3	30	3	30	1	10
3	0	0	6	60	4	40	4	40	2	20	1	10

Réplicas Judith8	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	7	70	6	60	2	20	2	20	2	20
2	0	0	6	60	3	30	3	30	3	30	1	10
3	0	0	7	70	5	50	3	30	2	20	1	10

Réplicas Judith9	CONCENTRACIONES											
	Testigo	%	100	%	50	%	25	%	12,5	%	6,25	%
	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG	#SP	IG
1	0	0	7	70	6	60	3	30	3	30	2	20
2	0	0	8	80	6	60	5	50	2	20	2	20
3	0	0	8	80	6	60	4	40	2	20	1	10

ANEXO 2: PRUEBAS DE CONTRASTE DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN, COMPARACIÓN ENTRE LOS NUEVE LUGARES, PARA CADA UNA DE LAS ESPECIES, EN CADA UNA DE LAS CONCENTRACIONES

COMPARACIONES HORIZONTALES DE LA ESPECIE LACTUCA SATIVA.

Tabla 9: Análisis de la varianza: Especie *Lactuca sativa*, al 100% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la <i>Lactuca sativa</i>							
Concentración 100%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	-3,3333	8,16497	-,408	18	,688
		Lugar 1 vs. Lugar 3	-3,3333	8,16497	-,408	18	,688
		Lugar 2 vs. Lugar 3	0,0000	8,16497	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-13,3333	8,16497	-1,633	18	,120
		Lugar 4 vs. Lugar 6	13,3333	8,16497	1,633	18	,120
		Lugar 5 vs. Lugar 6	26,6667	8,16497	3,266	18	,004
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-10,0000	8,16497	-1,225	18	,236
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-33,3333	8,16497	-4,082	18	,001
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-23,3333	8,16497	-2,858	18	,010

Tabla 10: Análisis de la varianza: Especie *Lactuca sativa*, al 50% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la <i>Lactuca sativa</i>							
Concentración 50%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	3,3333	5,66558	,588	18	,564
		Lugar 1 vs. Lugar 3	-3,3333	5,66558	-,588	18	,564
		Lugar 2 vs. Lugar 3	-6,6667	5,66558	-1,177	18	,255
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-3,3333	5,66558	-,588	18	,564
		Lugar 4 vs. Lugar 6	6,6667	5,66558	1,177	18	,255
		Lugar 5 vs. Lugar 6	10,0000	5,66558	1,765	18	,095
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-3,3333	5,66558	-,588	18	,564
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-16,6667	5,66558	-2,942	18	,009
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-13,3333	5,66558	-2,353	18	,030

Tabla 11 Análisis de la varianza: Especie *Lactuca sativa*, al 25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la <i>Lactuca sativa</i>							
Concentración 25%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilatera l)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	0,0000	7,69800	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 3	-3,3333	7,69800	-,433	18	,670
		Lugar 2 vs. Lugar 3	-3,3333	7,69800	-,433	18	,670
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-3,3333	7,69800	-,433	18	,670
		Lugar 4 vs. Lugar 6	3,3333	7,69800	,433	18	,670
		Lugar 5 vs. Lugar 6	6,6667	7,69800	,866	18	,398
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-6,6667	7,69800	-,866	18	,398
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-3,3333	7,69800	-,433	18	,670
		Lugar 8 vs. Lugar 9	3,3333	7,69800	,433	18	,670

Tabla 12: Análisis de la varianza: Especie *Lactuca sativa*, al 12.5% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para <i>la Lactuca sativa</i>							
Concentración 12,5%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	3,3333	5,21157	,640	18	,530
		Lugar 1 vs. Lugar 3	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 3	-3,3333	5,21157	-,640	18	,530
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-3,3333	5,21157	-,640	18	,530
		Lugar 4 vs. Lugar 6	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	3,3333	5,21157	,640	18	,530
		Lugar 7 vs. Lugar 8	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000

Tabla 13: Análisis de la varianza: Especie *Lactuca sativa*, al 6.25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste			VARIABLE: IG para la <i>Lactuca sativa</i>				
			Concentración 6,25%				
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	0,0000	4,96904	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 3	-3,3333	4,96904	-,671	18	,511
		Lugar 2 vs. Lugar 3	-3,3333	4,96904	-,671	18	,511
		Lugar 4 vs. Lugar 5	0,0000	4,96904	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 6	0,0000	4,96904	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	0,0000	4,96904	0,000	18	1,000
		Lugar 7 vs. Lugar 8	0,0000	4,96904	0,000	18	1,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	0,0000	4,96904	0,000	18	1,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	0,0000	4,96904	0,000	18	1,000

COMPARACIONES VERTICALES DE LA ESPECIE LACTUCA SATIVA.

Tabla 14: Análisis de la varianza: Especie *Lactuca sativa*, al 100% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la <i>Lactuca sativa</i>							
Concentración 100%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibició n	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	16,6667	8,16497	2,041	18	,056
		Lugar 1 vs. Lugar 7	33,3333	8,16497	4,082	18	,001
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-90,0000 ^a	8,16497	-11,023	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	33,3333	8,16497	4,082	18	,001
		Lugar 2 vs. Lugar 8	26,6667	8,16497	3,266	18	,004
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-6,6667	8,16497	-,816	18	,425
		Lugar 3 vs. Lugar 5	6,6667	8,16497	,816	18	,425
		Lugar 3 vs. Lugar 9	3,3333	8,16497	,408	18	,688
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-3,3333	8,16497	-,408	18	,688

Tabla 15: Análisis de la varianza: Especie *Lactuca sativa*, al 50% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la <i>Lactuca sativa</i>							
Concentración 50%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	-3,3333	5,66558	-,588	18	,564
		Lugar 1 vs. Lugar 7	3,3333	5,66558	,588	18	,564
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-100,0000 ^a	5,66558	-17,650	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	0,0000	5,66558	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	-3,3333	5,66558	-,588	18	,564
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-3,3333	5,66558	-,588	18	,564
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-3,3333	5,66558	-,588	18	,564
		Lugar 3 vs. Lugar 9	-10,0000	5,66558	-1,765	18	,095
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-6,6667	5,66558	-1,177	18	,255

Tabla 16: Análisis de la varianza: Especie *Lactuca sativa*, al 25% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la <i>Lactuca sativa</i>							
Concentración 25%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	-3,3333	7,69800	-,433	18	,670
		Lugar 1 vs. Lugar 7	0,0000	7,69800	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-76,6667 ^a	7,69800	-9,959	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	0,0000	7,69800	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	-6,6667	7,69800	-,866	18	,398
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-6,6667	7,69800	-,866	18	,398
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-3,3333	7,69800	-,433	18	,670
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	7,69800	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	3,3333	7,69800	,433	18	,670

Tabla 17: Análisis de la varianza: Especie *Lactuca sativa*, al 12.5% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la <i>Lactuca sativa</i>							
Concentración 12,5%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-46,6667 ^a	5,21157	-8,954	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	-3,3333	5,21157	-,640	18	,530
		Lugar 2 vs. Lugar 8	-3,3333	5,21157	-,640	18	,530

Inhibición	Lugar 6 vs. Lugar 8	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
	Lugar 3 vs. Lugar 5	-3,3333	5,21157	,640	18	,530
	Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
	Lugar 5 vs. Lugar 9	3,3333	5,21157	,640	18	,530

Tabla 18: Análisis de la varianza: Especie *Lactuca sativa*, al 6.25% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la <i>Lactuca sativa</i>							
Concentración 6,25%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-46,6667 ^a	5,21157	-8,954	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	-3,3333	5,21157	,640	18	,530
		Lugar 2 vs. Lugar 8	-3,3333	5,21157	,640	18	,530
		Lugar 6 vs. Lugar 8	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-3,3333	5,21157	,640	18	,530
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	5,21157	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	3,3333	5,21157	,640	18	,530

COMPARACIONES HORIZONTALES DE LA ESPECIE ZEA MAYZ

Tabla 19: Análisis de la varianza: Especie *Zea mays*, al 100% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Zea mays</i>							
Concentración 100%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	-3,3333	8,46197	-,394	18	,698
		Lugar 1 vs. Lugar 3	-10,0000	8,46197	-1,182	18	,253
		Lugar 2 vs. Lugar 3	-6,6667	8,46197	-,788	18	,441
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-6,6667	8,46197	-,788	18	,441
		Lugar 4 vs. Lugar 6	10,0000	8,46197	1,182	18	,253
		Lugar 5 vs. Lugar 6	16,6667	8,46197	1,970	18	,064
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-6,6667	8,46197	-,788	18	,441
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-6,6667	8,46197	-,788	18	,441
		Lugar 8 vs. Lugar 9	0,0000	8,46197	0,000	18	1,000

Tabla 20: Análisis de la varianza: Especie *Zea mays*, al 50% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Zea mays</i>							
Concentración 50%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	-10,0000	7,37028	-1,357	18	,192
		Lugar 1 vs. Lugar 3	3,3333	7,37028	,452	18	,656
		Lugar 2 vs. Lugar 3	13,3333	7,37028	1,809	18	,087
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-10,0000	7,37028	-1,357	18	,192
		Lugar 4 vs. Lugar 6	10,0000	7,37028	1,357	18	,192
		Lugar 5 vs. Lugar 6	20,0000	7,37028	2,714	18	,014
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-10,0000	7,37028	-1,357	18	,192
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-20,0000	7,37028	-2,714	18	,014
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-10,0000	7,37028	-1,357	18	,192

Tabla 21: Análisis de la varianza: Especie *Zea mays*, al 25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Zea mays</i>							
Concentración 25%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	,66667	7,02728	,949	18	,355
		Lugar 1 vs. Lugar 3	-,66667	7,02728	-,949	18	,355
		Lugar 2 vs. Lugar 3	-,13,3333	7,02728	-,1,897	18	,074
		Lugar 4 vs. Lugar 5	,3,3333	7,02728	,474	18	,641
		Lugar 4 vs. Lugar 6	,6,6667	7,02728	,949	18	,355
		Lugar 5 vs. Lugar 6	,3,3333	7,02728	,474	18	,641
		Lugar 7 vs. Lugar 8	,3,3333	7,02728	,474	18	,641
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-,10,0000	7,02728	-,1,423	18	,172
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-,13,3333	7,02728	-,1,897	18	,074

Tabla 22: Análisis de la varianza: Especie *Zea mays*, al 12.5% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Zea mays</i>							
Concentración 12,5%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	0,0000	4,71405	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 3	0,0000	4,71405	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 3	0,0000	4,71405	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-10,0000	4,71405	-2,121	18	,048
		Lugar 4 vs. Lugar 6	-6,6667	4,71405	-1,414	18	,174
		Lugar 5 vs. Lugar 6	3,3333	4,71405	,707	18	,489
		Lugar 7 vs. Lugar 8	0,0000	4,71405	0,000	18	1,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	0,0000	4,71405	0,000	18	1,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	0,0000	4,71405	0,000	18	1,000

Tabla 23: Análisis de la varianza: Especie: *Zea mays*, al 12.5% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Zea mays</i>							
Concentración 6,25%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibició n	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	3,3333	4,15740	,802	18	,433
		Lugar 1 vs. Lugar 3	0,0000	4,15740	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 3	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433
		Lugar 4 vs. Lugar 6	-6,6667	4,15740	-1,604	18	,126
		Lugar 5 vs. Lugar 6	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-6,6667	4,15740	-1,604	18	,126
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433

COMPARACIONES VERTICALES DE LA ESPECIE ZEA MAYZ

Tabla 24: Análisis de la varianza: Especie *Zea mays*, al 100% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Zea mays</i>							
Concentración 100%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibició n	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	-6,6667	8,46197	-,788	18	,441
		Lugar 1 vs. Lugar 7	6,6667	8,46197	,788	18	,441
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-140,0000 ^a	8,46197	-16,545	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	6,6667	8,46197	,788	18	,441
		Lugar 2 vs. Lugar 8	3,3333	8,46197	,394	18	,698
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-3,3333	8,46197	-,394	18	,698
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-3,3333	8,46197	-,394	18	,698
		Lugar 3 vs. Lugar 9	10,0000	8,46197	1,182	18	,253
		Lugar 5 vs. Lugar 9	13,3333	8,46197	1,576	18	,133

Tabla 25: Análisis de la varianza: Especie *Zea mays*, al 50% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Zea mays</i>							
Concentración 50%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	20,0000	7,37028	2,714	18	,014
		Lugar 1 vs. Lugar 7	23,3333	7,37028	3,166	18	,005
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-76,6667 ^a	7,37028	-10,402	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	40,0000	7,37028	5,427	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	23,3333	7,37028	3,166	18	,005
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-16,6667	7,37028	-2,261	18	,036
		Lugar 3 vs. Lugar 5	6,6667	7,37028	,905	18	,378
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	7,37028	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-6,6667	7,37028	-,905	18	,378

Tabla 26: Análisis de la varianza: Especie *Zea mays*, al 25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	3,3333	7,02728	,474	18	,641
		Lugar 1 vs. Lugar 7	3,3333	7,02728	,474	18	,641
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-60,0000 ^a	7,02728	-8,538	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	3,3333	7,02728	,474	18	,641
		Lugar 2 vs. Lugar 8	0,0000	7,02728	0,000	18	1,000
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-3,3333	7,02728	-,474	18	,641
		Lugar 3 vs. Lugar 5	13,3333	7,02728	1,897	18	,074
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	7,02728	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-13,3333	7,02728	-1,897	18	,074

Tabla 27: Análisis de la varianza: Especie *Zea mays*, al 12.50% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	6,6667	4,71405	1,414	18	,174
		Lugar 1 vs. Lugar 7	0,0000	4,71405	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-40,0000 ^a	4,71405	-8,485	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	0,0000	4,71405	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	0,0000	4,71405	0,000	18	1,000
		Lugar 6 vs. Lugar 8	0,0000	4,71405	0,000	18	1,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-3,3333	4,71405	-,707	18	,489
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	4,71405	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	3,3333	4,71405	,707	18	,489

Tabla 28: Análisis de la varianza: Especie *Zea mays*, al 6.25% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	6,6667	4,15740	1,604	18	,126
		Lugar 1 vs. Lugar 7	6,6667	4,15740	1,604	18	,126
		Lugar 2 vs. Lugar 6	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433
		Lugar 2 vs. Lugar 8	0,0000	4,15740	0,000	18	1,000
		Lugar 6 vs. Lugar 8	3,3333	4,15740	,802	18	,433
		Lugar 3 vs. Lugar 5	3,3333	4,15740	,802	18	,433
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	4,15740	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433

COMPARACIONES HORIZONTALES DE LA ESPECIE *PHASEOLUS VULGARIS*

Tabla 29: Análisis de la varianza: Especie: *Phaseolus vulgaris* al 100% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Phaseolus vulgaris</i>							
Concentración 100%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	-3,3333	7,69800	-,433	18	,670
		Lugar 1 vs. Lugar 3	-10,0000	7,69800	-1,299	18	,210
		Lugar 2 vs. Lugar 3	-6,6667	7,69800	-,866	18	,398
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-10,0000	7,69800	-1,299	18	,210
		Lugar 4 vs. Lugar 6	13,3333	7,69800	1,732	18	,100
		Lugar 5 vs. Lugar 6	23,3333	7,69800	3,031	18	,007
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-6,6667	7,69800	-,866	18	,398
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-16,6667	7,69800	-2,165	18	,044
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-10,0000	7,69800	-1,299	18	,210

Tabla 30: Análisis de la varianza: Especie: *Phaseolus vulgaris*, al 50 % de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Phaseolus vulgaris</i>							
Concentración 50%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	0,0000	7,20082	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 3	3,3333	7,20082	,463	18	,649
		Lugar 2 vs. Lugar 3	3,3333	7,20082	,463	18	,649
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-10,0000	7,20082	-1,389	18	,182
		Lugar 4 vs. Lugar 6	10,0000	7,20082	1,389	18	,182
		Lugar 5 vs. Lugar 6	20,0000	7,20082	2,777	18	,012
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-10,0000	7,20082	-1,389	18	,182
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-23,3333	7,20082	-3,240	18	,005
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-13,3333	7,20082	-1,852	18	,081

Tabla 31: Análisis de la varianza: Especie: *Phaseolus vulgaris*, al 25% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Phaseolus vulgaris</i>							
Concentración 25%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	6,6667	6,66667	1,000	18	,331
		Lugar 1 vs. Lugar 3	-6,6667	6,66667	-1,000	18	,331
		Lugar 2 vs. Lugar 3	-13,3333	6,66667	-2,000	18	,061
		Lugar 4 vs. Lugar 5	0,0000	6,66667	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 6	3,3333	6,66667	,500	18	,623
		Lugar 5 vs. Lugar 6	3,3333	6,66667	,500	18	,623
		Lugar 7 vs. Lugar 8	3,3333	6,66667	,500	18	,623
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-10,0000	6,66667	-1,500	18	,151
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-13,3333	6,66667	-2,000	18	,061

Tabla 32: Análisis de la varianza: Especie: *Phaseolus vulgaris* al 12.50% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Phaseolus vulgaris</i>							
Concentración 12,5%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	0,0000	4,44444	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 3	0,0000	4,44444	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 3	0,0000	4,44444	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-6,6667	4,44444	-1,500	18	,151
		Lugar 4 vs. Lugar 6	-3,3333	4,44444	-,750	18	,463
		Lugar 5 vs. Lugar 6	3,3333	4,44444	,750	18	,463
		Lugar 7 vs. Lugar 8	0,0000	4,44444	0,000	18	1,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	0,0000	4,44444	0,000	18	1,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	0,0000	4,44444	0,000	18	1,000

Tabla 33: Análisis de la varianza: Especie: *Phaseolus vulgaris*, al 6.25% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste			VARIABLE: IG para la especie <i>Phaseolus vulgaris</i>				
			Concentración 6,25%				
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	3,3333	4,15740	,802	18	,433
		Lugar 1 vs. Lugar 3	0,0000	4,15740	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 3	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433
		Lugar 4 vs. Lugar 6	-6,6667	4,15740	-1,604	18	,126
		Lugar 5 vs. Lugar 6	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-6,6667	4,15740	-1,604	18	,126
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433

COMPARACIONES VERTICALES DE LA ESPECIE *PHASEOLUS VULGARIS*.

Tabla 34: Análisis de la varianza: Especie *Phaseolus vulgaris*, al 100% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Phaseolus vulgaris</i>							
Concentración 100%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	-6,6667	7,69800	-,866	18	,398
		Lugar 1 vs. Lugar 7	10,0000	7,69800	1,299	18	,210
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-136,6667 ^a	7,69800	-17,754	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	10,0000	7,69800	1,299	18	,210
		Lugar 2 vs. Lugar 8	6,6667	7,69800	,866	18	,398
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-3,3333	7,69800	-,433	18	,670
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-6,6667	7,69800	-,866	18	,398
		Lugar 3 vs. Lugar 9	3,3333	7,69800	,433	18	,670
		Lugar 5 vs. Lugar 9	10,0000	7,69800	1,299	18	,210

Tabla 35: Análisis de la varianza: Especie *Phaseolus vulgaris*, al 50% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Phaseolus vulgaris</i>							
Concentración 50%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	20,0000	7,20082	2,777	18	,012
		Lugar 1 vs. Lugar 7	23,3333	7,20082	3,240	18	,005
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-76,6667 ^a	7,20082	-10,647	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	30,0000	7,20082	4,166	18	,001
		Lugar 2 vs. Lugar 8	13,3333	7,20082	1,852	18	,081
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-16,6667	7,20082	-2,315	18	,033
		Lugar 3 vs. Lugar 5	6,6667	7,20082	,926	18	,367
		Lugar 3 vs. Lugar 9	-3,3333	7,20082	-,463	18	,649
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-10,0000	7,20082	-1,389	18	,182

Tabla 36: Análisis de la varianza: Especie *Phaseolus vulgaris*, al 25% de concentración del sedimento en el Rio Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Phaseolus vulgaris</i>							
Concentración 25%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	6,6667	6,66667	1,000	18	,331
		Lugar 1 vs. Lugar 7	3,3333	6,66667	,500	18	,623
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-56,6667 ^a	6,66667	-8,500	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	3,3333	6,66667	,500	18	,623
		Lugar 2 vs. Lugar 8	0,0000	6,66667	0,000	18	1,000
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-3,3333	6,66667	-,500	18	,623
		Lugar 3 vs. Lugar 5	13,3333	6,66667	2,000	18	,061
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	6,66667	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-13,3333	6,66667	-2,000	18	,061

Tabla 37: Análisis de la varianza: Especie *Phaseolus vulgaris*, al 12.5% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie Phaseolus vulgaris							
Concentración 12,5%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	3,3333	4,44444	,750	18	,463
		Lugar 1 vs. Lugar 7	0,0000	4,44444	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-43,3333 ^a	4,44444	-9,750	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	0,0000	4,44444	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	0,0000	4,44444	0,000	18	1,000
		Lugar 6 vs. Lugar 8	0,0000	4,44444	0,000	18	1,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-3,3333	4,44444	-,750	18	,463
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	4,44444	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	3,3333	4,44444	,750	18	,463

Tabla 38: Análisis de la varianza: Especie *Phaseolus vulgaris*, al 6.25% de concentración del sedimento en el Río Machángara del sector Parque Industrial. Dra. Judith Narváez, Universidad de Cuenca.

Pruebas de contraste							
VARIABLE: IG para la especie <i>Phaseolus vulgaris</i>							
Concentración 6,25%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Índice de Inhibición	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	6,6667	4,15740	1,604	18	,126
		Lugar 1 vs. Lugar 7	6,6667	4,15740	1,604	18	,126
		Lugar 2 vs. Lugar 6	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433
		Lugar 2 vs. Lugar 8	0,0000	4,15740	0,000	18	1,000
		Lugar 6 vs. Lugar 8	3,3333	4,15740	,802	18	,433
		Lugar 3 vs. Lugar 5	3,3333	4,15740	,802	18	,433
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	4,15740	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-3,3333	4,15740	-,802	18	,433

PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS SEGÚN: ESPECIE, LUGAR Y CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTO

Tabla 39: PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN DE LA ESPECIE: *Lactuca sativa*.

Fuente: Autor

NÚMERO DE MUESTRA	SECTOR	% DE CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTO	% INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN
1	Final del parque industrial margen derecha	100	70
		50	50
		25	36,67
		12,5	23,4
		6,25	10
2	Final del parque industrial mitad del río	100	73,34
		50	46,67
		25	36,67
		12,5	20
		6,25	10
3	Final del parque industrial margen izquierda	100	73,34
		50	53,34
		25	40
		12,5	23,4
		6,25	13,4
4	Parte media del parque industrial, margen derecha	100	53,34
		50	53,34
		25	40
		12,5	23,4
		6,25	13,4
5	Parte media del	100	66,67

	parque industrial, margen izquierdo	50	56,67
		25	43,4
		12,5	26,7
		6,25	13,4
6	Parte media del parque industrial, mitad del rio	100	40
		50	46,7
		25	36,7
		12,5	23,4
		6,25	13,4
7	Inicio del parque industrial, margen derecha.	100	36,7
		50	20
		25	36,7
		12,5	23,4
		6,25	13,4
8	Inicio del parque industrial, mitad del río.	100	46,6
		50	50
		25	43,4
		12,5	23
		6,25	13,3
9	Inicio del parque industrial, margen izquierda.	100	70
		50	63,4
		25	40
		12,5	23,4
		6,25	13,4

Tabla 40: PROMEDIO DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN ESPECIE: Zea mays

NÚMERO DE MUESTRA	SECTOR	CONCENTRACIÓN %	% INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN
1	Final del parque industrial margen derecha	100	70
		50	60
		25	33,3
		12,5	23,3
		6,25	16,6
2	Final del Parque Industrial mitad del río	100	73,3
		50	70
		25	26,6
		12,5	23,3
		6,25	13,3
3	Final del parque industrial margen izquierda	100	80
		50	56,6
		25	40
		12,5	23,3
		6,25	16,6
4	Parte media del parque industrial, margen derecha	100	76,6
		50	40
		25	30
		12,5	16,6
		6,25	10
5	Parte media del Parque Industrial, margen izquierda	100	83,3
		50	50
		25	26,6
		12,5	26,6
		6,25	13,3
6	Parte media del Parque	100	66,6

	Industrial, mitad del río	50	30
		25	23,3
		12,5	23,3
		6,25	16,6
7	Inicio del parque industrial, margen derecha.	100	63,3
		50	36,6
		25	30
		12,5	23,3
		6,25	10
8	Inicio del parque industrial, mitad del río.	100	70
		50	46,6
		25	26,6
		12,5	23,3
		6,25	13,3
9	Inicio del parque industrial, margen izquierda.	100	70
		50	56,6
		25	40
		12,5	23,3
		6,25	16,6

Tabla 41: PROMEDIO DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN ESPECIE: Phaseolus vulgaris.

Fuente: Autor.

NÚMERO DE MUESTRA	SECTOR	CONCENTRACIÓN %	% INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN
1	Final del parque industrial margen derecha	100	70
		50	60
		25	33,3
		12,5	23,3
		6,25	16,6
2	Final del parque industrial mitad del río	100	73,3
		50	60
		25	26,7
		12,5	23,3
		6,25	13,3
3	Final del Parque Industrial margen izquierda	100	80
		50	56
		25	40
		12,5	23,3
		6,25	16,6
4	Parte media del parque industrial, margen derecha	100	76,6
		50	40
		25	26,6
		12,5	20
		6,25	10
5	Parte media del Parque Industrial, margen izquierda	100	86,6
		50	50
		25	26,6
		12,5	26,6
		6,25	13,3
6	Parte media del parque industrial, mitad del río	100	63,3
		50	30
		25	23,3
		12,5	23,3
		6,25	16,6

7	Inicio del parque industrial, margen derecha.	100	60
		50	36,6
		25	30
		12,5	23,3
		6,25	10
8	Inicio del parque industrial, mitad del río.	100	66,6
		50	46,6
		25	26,6
		12,5	23,3
		6,25	13,3
9	Inicio del parque industrial, margen izquierda.	100	76,6
		50	60
		25	40
		12,5	23,3
		6,25	16,6

Tabla 42: PROMEDIO DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAÍZ CON RESPECTO AL CONTROL, EXPRESADO EN MILÍMETROS Y EN PORCENTAJE, EN LOS NUEVE LUGARES, PARA CADA CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTO.

Fuente: Autor

ESPECIE: <i>Lactuca sativa</i> .												
Lugar	Testigo (mm)	%In.	100% Conc. In (mm)	%In.	50% Conc. In (mm)	%In	25% Con. In (mm)	%In	12,5% Con. In (mm)	%In	6,25% Con. In (mm)	%In
Final de Parque Industrial margen derecha.	4,46	100	2,29	51,3	1,97	44	1,63	36,5	1,28	28,6	0,93	20,85
Final de Parque Industrial mitad del río.	4,37	100	2,08	47,5	2,01	45,9	1,66	37,9	1,33	30,43	0,95	21,73
Final de Parque Industrial margen izquierda.	4,42	100	2,18	49,32	1,98	44,7	1,66	37,5	1,30	29,4	0,95	21,4
Parte Media del Parque Industrial margen derecha.	4,33	100	1,97	45,4	1,77	40	1,45	33,4	1,09	25,1	0,74	17
Parte Media del Parque Industrial margen izquierda.	4,36	100	2,16	49,5	1,95	44,7	1,67	38,3	1,35	30,9	1,04	23,85
Parte Media del Parque Industrial mitad del río.	4,33	100	1,70	39,2	1,48	34,1	1,20	27,7	0,88	20,3	0,57	13,1

Inicio del Parque Industrial margen derecha	4,46	100	2,01	45	1,69	37,8	1,35	30,26	1,00	22,42	,65	14,5
Inicio del Parque Industrial mitad del rio.	4,46	100	2,11	47,3	1,79	40,1	1,45	32,5	1,10	24,66	0,75	16,8
Inicio del Parque Industrial margen izquierdo	4,41	100	2,18	49,4	2,05	46,4	1,92	43,53	1,79	40,58	1,66	37,6

ANEXO 3: PROMEDIO DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAÍZ CON RESPECTO AL CONTROL, EXPRESADO EN MILÍMETROS Y EN PORCENTAJE, EN LOS NUEVE LUGARES, PARA CADA CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTO.

Tabla 43: Promedio de la inhibición de la longitud de la raíz con respecto al control, expresado en milímetros y en porcentaje, en los nueve lugares, para cada concentración de sedimento especie: *Zea mays*.

Fuente: Autor

Lugar	Testigo (mm)	%In.	100% Conc. In (mm)	%In.	50% Conc. In (mm)	%In	25% Con. In (mm)	%In	12,5 % Con. In (mm)	%In	6,25% Con. In (mm)	%In
Final de Parque Industrial margen derecha.	21,1	100	10,04	47,5	7,89	37,39	5,00	23,6	2,69	12,74	0,98	4,64
Final de Parque Industrial mitad del río.	21,71	100	10,04	46,2	7,89	36,3	5,00	23	2,69	12,39	0,98	4,51
Final de Parque Industrial margen izquierda.	20,96	100	10,04	47,9	7,89	37,6	5,00	23,8	2,69	12,8	0,98	4,68
Parte Media del Parque Industrial margen derecha.	20,21	100	6,75	33,4	3,75	18,5	2,75	13,6	1,75	8,65	0,75	3,71
Parte Media del Parque Industrial margen izquierda.	20,76	100	10,04	48,3	7,89	38	5,00	24	2,69	12,9	0,98	4,7

Parte Media del Parque Industrial mitad del río.	20	100	4,73	23,6	3,74	18,7	2,72	13,6	1,71	8,5	0,70	3,5
Inicio del Parque Industrial margen derecha	19,2	100	4,73	24,6	3,74	19,4	2,72	14,16	1,71	8,9	0,70	3,64
Inicio del Parque Industrial mitad del río.	18,51	100	6,75	36,4	3,75	20,2	2,75	14,8	1,75	9,45	0,75	4
Inicio del Parque Industrial margen izquierdo	17,76	100	10,04	56,53	7,89	44,4	5,00	28,2	2,69	15,2	0,98	5,5

Tabla 44: Promedios de la inhibición de la longitud de la raíz según especie, lugar y concentración especie: Phaseolus vulgaris.

Fuente: Autor.

Lugar	Testigo o (mm)	%In.	100% Conc. In (mm)	%In.	50% Conc. In (mm)	%In	25% Con. In (mm)	%In	12,5 % Con. In (mm)	%In	6,25% Con. In (mm)	%In
Final de Parque Industrial margen derecha.	21,1	100	10,04	47,5	7,89	37,39	5,00	23,6	2,69	12,74	0,98	4,64
Final de Parque Industrial mitad del río.	21,71	100	10,04	46,2	7,89	36,3	5,00	23	2,69	12,39	0,98	4,51
Final de Parque Industrial margen izquierda.	20,96	100	10,04	47,9	7,89	37,6	5,00	23,8	2,69	12,8	0,98	4,68
Parte Media del Parque Industrial margen derecha.	20,21	100	6,75	33,4	3,75	18,5	2,75	13,6	1,75	8,65	0,75	3,71
Parte Media del Parque Industrial margen izquierda.	20,76	100	10,04	48,3	7,89	38	5,00	24	2,69	12,9	0,98	4,7
Parte Media del Parque Industrial mitad del río.	20	100	4,73	23,6	3,74	18,7	2,72	13,6	1,71	8,5	0,70	3,5

Inicio del Parque Industrial margen derecha	19,2	100	4,73	24,6	3,74	19,4	2,72	14,16	1,71	8,9	0,70	3,64
Inicio del Parque Industrial mitad del río.	18,51	100	6,75	36,4	3,75	20,2	2,75	14,8	1,75	9,45	0,75	4
Inicio del Parque Industrial margen izquierdo	17,76	100	10,04	56,53	7,89	44,4	5,00	28,2	2,69	15,2	0,98	5,5

ANEXO 4: CÁLCULO DE MEDIAS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA LONGITUD DEL RADICAL, EN FUNCIÓN DE LA ESPECIE Y LUGAR.

MEDIAS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LONGITUD RADICAL POR TIPOS DE PLANTAS

	PLANTAS GERMINACIÓN					
	<i>Lactuca sativa</i>		<i>Zea mays</i>		<i>Phaseolus vulgaris</i>	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Longitud Radical (cm)	1,53	± ,48	4,26	± 3,01	1,32	± ,83

MEDIAS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LONGITUD RADICAL POR TIPOS DE PLANTAS Y CONCENTRACIÓN

VARIABLE: Longitud Radical (cm)		PLANTAS GERMINACIÓN					
		<i>Lactuca sativa</i>		<i>Zea mays</i>		<i>Phaseolus vulgaris</i>	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
CONCENTRACIONES	100%	2,08	± ,17	8,13	± 2,35	2,27	± ,64
	50%	1,85	± ,19	6,05	± 2,14	1,75	± ,73
	25%	1,56	± ,21	3,99	± 1,18	1,32	± ,53
	12,5%	1,24	± ,26	2,26	± ,51	,75	± ,14
	6,25%	,92	± ,32	,87	± ,14	,42	± ,22

MEDIAS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LONGITUD RADICAL POR TIPOS DE PLANTAS Y LUGAR

Longitud Radical (cm)			PLANTAS					
			<i>Lactuca Sativa</i>		<i>Zea mays</i>		<i>Phaseolus vulgaris</i>	
			Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
LUGARES	Final de Parque Industrial margen derecha.		1,62	± ,50	5,32	± 3,46	1,30	± ,52
	Final de Parque Industrial mitad del río.		1,61	± ,44	5,32	± 3,46	1,21	± ,49
	Final de Parque Industrial margen izquierda.		1,62	± ,47	5,32	± 3,46	1,98	± 1,33
	Parte Media del Parque Industrial margen derecha.		1,41	± ,46	3,15	± 2,13	1,32	± ,53
	Parte Media del Parque Industrial margen izquierda.		1,63	± ,43	5,32	± 3,46	,99	± ,68
	Parte Media del Parque Industrial mitad del		1,17	± ,43	2,72	± 1,48	,99	± ,68



		rio.						
		Inicio del Parque Industrial margen derecha	1,34	± ,50	2,72	± 1,48	1,87	± 1,25
		Inicio del Parque Industrial mitad del rio.	1,44	± ,50	3,15	± 2,13	1,10	± ,44
		Inicio del Parque Industrial margen izquierdo	1,92	± ,20	5,32	± 3,46	1,07	± ,37

PRUEBAS DE CONTRASTE DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAÍZ EN FUNCIÓN DE LA ESPECIE, CONCENTRACIÓN DEL SEDIMENTO Y LUGAR.

TABLAS: PRUEBAS DE CONTRASTE PARA CADA CONCENTRACIÓN Y PARA CADA ESPECIE.

Especie: <i>Lactuca sativa</i> Comparaciones Horizontales							
Pruebas de contraste: 100% concentración							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	,2100	,05233	4,013	18	,001
		Lugar 1 vs. Lugar 3	,1100	,05233	2,102	18	,050
		Lugar 2 vs. Lugar 3	-,1000	,05233	-1,911	18	,072
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-,1900	,05233	-3,631	18	,002
		Lugar 4 vs. Lugar 6	,2767	,05233	5,287	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	,4667	,05233	8,918	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-,1000	,05233	-1,911	18	,072
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-,1733	,05233	-3,312	18	,004
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-,0733	,05233	-1,401	18	,178

Pruebas de contraste 50% de concentración							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	,0400	,05350	-,748	18	,464
		Lugar 1 vs. Lugar 3	,0100	,05350	-,187	18	,854
		Lugar 2 vs. Lugar 3	,0300	,05350	,561	18	,582
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-,1733	,05350	-3,240	18	,005
		Lugar 4 vs. Lugar 6	,2933	,05350	5,483	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	,4667	,05350	8,724	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-,1000	,05350	-1,869	18	,078
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-,3633	,05350	-6,792	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-,2633	,05350	-4,923	18	,000

Pruebas de contraste: 25% de concentración							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	-,0300	,05252	-,571	18	,575
		Lugar 1 vs. Lugar 3	-,0300	,05252	-,571	18	,575
		Lugar 2 vs. Lugar 3	0,0000	,05252	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-,2167	,05252	-4,126	18	,001
		Lugar 4 vs. Lugar 6	,2500	,05252	4,760	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	,4667	,05252	8,886	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-,1000	,05252	-1,904	18	,073
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-,5733	,05252	-10,917	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-,4733	,05252	-9,013	18	,000

Pruebas de contraste: 12,5% de concentración

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	-,0500	,06327	-,790	18	,440
		Lugar 1 vs. Lugar 3	-,0200	,06327	-,316	18	,756
		Lugar 2 vs. Lugar 3	,0300	,06327	,474	18	,641
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-,2533	,06327	-4,004	18	,001
		Lugar 4 vs. Lugar 6	,2133	,06327	3,372	18	,003
		Lugar 5 vs. Lugar 6	,4667	,06327	7,376	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-,1000	,06327	-1,581	18	,131
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-,7933	,06327	-12,540	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-,6933	,06327	-10,959	18	,000

Pruebas de contraste: 6,25 % de concentración

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	,0200	,08130	-,246	18	,808
		Lugar 1 vs. Lugar 3	,0200	,08130	-,246	18	,808
		Lugar 2 vs. Lugar 3	0,0000	,08130	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-,2933	,08130	-3,608	18	,002
		Lugar 4 vs. Lugar 6	,1733	,08130	2,132	18	,047
		Lugar 5 vs. Lugar 6	,4667	,08130	5,740	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-,1000	,08130	-1,230	18	,235
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-1,0133	,08130	-12,464	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-,9133	,08130	-11,234	18	,000

COMPARACIONES VERTICALES							
Pruebas de contraste:100%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	,3200	,05233	6,115	18	,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	,2867	,05233	5,478	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-3,9800 ^a	,05233	-76,058	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	,3867	,05233	7,389	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	-,0233	,05233	-,446	18	,661
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-,4100	,05233	-7,835	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	,0200	,05233	,382	18	,707
		Lugar 3 vs. Lugar 9	,0033	,05233	,064	18	,950
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-,0167	,05233	-,319	18	,754

Pruebas de contraste:50%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	,2000	,05350	3,739	18	,002
		Lugar 1 vs. Lugar 7	,2867	,05350	5,359	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-3,4600 ^a	,05350	-64,679	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	,5333	,05350	9,970	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	,2267	,05350	4,237	18	,000
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-,3067	,05350	-5,733	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	,0367	,05350	,685	18	,502
		Lugar 3 vs. Lugar 9	-,0667	,05350	-1,246	18	,229
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-,1033	,05350	-1,932	18	,069

Pruebas de contraste:25%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	,1800	,05252	3,427	18	,003
		Lugar 1 vs. Lugar 7	,2867	,05252	5,459	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-2,8000 ^a	,05252	- 53,316	18	,000
		Lugar 2 vs.	,4600	,05252	8,759	18	,000

		Lugar 6					
		Lugar 2 vs. Lugar 8	,2167	,05252	4,126	18	,001
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-,2433	,05252	-4,633	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-,0067	,05252	-,127	18	,900
		Lugar 3 vs. Lugar 9	-,2567	,05252	-4,887	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-,2500	,05252	-4,760	18	,000

Pruebas de contraste: 12,5%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	,1900	,06327	3,003	18	,008
		Lugar 1 vs. Lugar 7	,2867	,06327	4,531	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-2,0900 ^a	,06327	-33,036	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	,4533	,06327	7,166	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	,2367	,06327	3,741	18	,001
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-,2167	,06327	-3,425	18	,003
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-,0433	,06327	-,685	18	,502
		Lugar 3 vs. Lugar 9	-,4867	,06327	-7,693	18	,000
		Lugar 5 vs.	-,4433	,06327	-7,008	18	,000

		Lugar 9					
--	--	---------	--	--	--	--	--

Pruebas de contraste: 6,25%							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	,1900	,08130	2,337	18	,031
		Lugar 1 vs. Lugar 7	,2867	,08130	3,526	18	,002
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-1,3900 ^a	,08130	-17,097	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	,3833	,08130	4,715	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	,2067	,08130	2,542	18	,020
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-,1767	,08130	-2,173	18	,043
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-,0833	,08130	-1,025	18	,319
		Lugar 3 vs. Lugar 9	-,7067	,08130	-8,692	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-,6233	,08130	-7,667	18	,000

COMPARACIONES HORIZONTALES					
Pruebas de contraste <i>Zea mays</i> 100%					
Contraste	Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)

Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	0,0000	,54764	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 3	,0010	,54764	,002	18	,999
		Lugar 2 vs. Lugar 3	,0010	,54764	,002	18	,999
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-3,2890	,54764	-6,006	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	5,3090	,54764	9,694	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-5,3107	,54764	-9,697	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-3,2907	,54764	-6,009	18	,000

Pruebas de contraste Zea mays 50%

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	0,0000	,43050	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 3	0,0000	,43050	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 3	0,0000	,43050	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-4,1367	,43050	-9,609	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	4,1467	,43050	9,632	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-4,1463	,43050	-9,631	18	,000

		Lugar 8 vs. Lugar 9	-4,1363	,43050	-9,608	18	,000
--	--	------------------------	---------	--------	--------	----	------

Pruebas de contraste Zea mays 25%

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	0,0000	,27096	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 3	0,0000	,27096	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 3	0,0000	,27096	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-2,2467	,27096	-8,291	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	2,2767	,27096	8,402	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-2,2767	,27096	-8,402	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-2,2467	,27096	-8,291	18	,000

Pruebas de contraste Zea mays 12,5%

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	0,0000	,14770	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 3	0,0000	,14770	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 3	0,0000	,14770	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs.	-,9400	,14770	-6,364	18	,000

		Lugar 5					
		Lugar 5 vs. Lugar 6	,9800	,14770	6,635	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-,9800	,14770	-6,635	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-,9400	,14770	-6,364	18	,000

Pruebas de contraste Zea mays 6,5%

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	0,0000	,05409	0,000	18	1,000
		Lugar 1 vs. Lugar 3	0,0000	,05409	0,000	18	1,000
		Lugar 2 vs. Lugar 3	0,0000	,05409	0,000	18	1,000
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-,2300	,05409	-4,252	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	,2800	,05409	5,176	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-,2800	,05409	-5,176	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-,2300	,05409	-4,252	18	,000

COMPARACIONES VERTICALES							
Pruebas de contraste <i>Zea mays</i> (Inhibición de la longitud de la raíz)							
Concentración del 100 %							
Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	3,2900	,54764	6,008	18	,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	5,3100	,54764	9,696	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	5,3100	,54764	9,696	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	3,2900	,54764	6,008	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	0,0000	,54764	0,000	18	1,000
		Lugar 3 vs. Lugar 9	-,0017	,54764	-,003	18	,998
		Lugar 5 vs. Lugar 9	-,0017	,54764	-,003	18	,998

Concentración del 50 %

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	3,2900	,54764	6,008	18	,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	5,3100	,54764	9,696	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	5,3100	,54764	9,696	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	3,2900	,54764	6,008	18	,000

		Lugar 3 vs. Lugar 5	0,0000	,54764	0,000	18	1,000
		Lugar 3 vs. Lugar 9	,0017	,54764	,003	18	,998
		Lugar 5 vs. Lugar 9	,0017	,54764	,003	18	,998

Concentración del 25 %

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	2,2467	,27096	8,291	18	,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	2,2767	,27096	8,402	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	2,2767	,27096	8,402	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	2,2467	,27096	8,291	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	0,0000	,27096	0,000	18	1,000
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	,27096	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	0,0000	,27096	0,000	18	1,000

Concentración del 12,5 %

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	,9400	,14770	6,364	18	,000
		Lugar 1 vs.	,9800	,14770	6,635	18	,000

		Lugar 7					
		Lugar 2 vs. Lugar 6	,9800	,14770	6,635	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	,9400	,14770	6,364	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	0,0000	,14770	0,000	18	1,000
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	,14770	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	0,0000	,14770	0,000	18	1,000

Concentración del 6,5 %

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	,9400	,14770	6,364	18	,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	,9800	,14770	6,635	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	,9800	,14770	6,635	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	,9400	,14770	6,364	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	0,0000	,14770	0,000	18	1,000
		Lugar 3 vs. Lugar 9	0,0000	,14770	0,000	18	1,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	0,0000	,14770	0,000	18	1,000

COMPARACIONES HORIZONTALES

Phaseolus vulgaris 100%

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	-,0900	,04193	-2,146	18	,046
		Lugar 1 vs. Lugar 3	,0533	,04193	1,272	18	,220
		Lugar 2 vs. Lugar 3	,1433	,04193	3,418	18	,003
		Lugar 4 vs. Lugar 5	1,4133	,04193	33,708	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 6	1,3933	,04193	33,231	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	-,0200	,04193	-,477	18	,639
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-1,1933	,04193	-28,461	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	,3667	,04193	8,745	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	1,5600	,04193	37,206	18	,000

Phaseolus vulgaris 50%

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud	Suponer	Lugar 1 vs.	-,0700	,03542	-1,976	18	,064

Radical (cm)	varianzas iguales	Lugar 2					
		Lugar 1 vs. Lugar 3	,0467	,03542	1,318	18	,204
		Lugar 2 vs. Lugar 3	,1167	,03542	3,294	18	,004
		Lugar 4 vs. Lugar 5	1,4267	,03542	40,283	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 6	1,9933	,03542	56,283	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	,5667	,03542	16,000	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-1,8167	,03542	-51,295	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-,2867	,03542	-8,094	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	1,5300	,03542	43,200	18	,000

Phaseolus vulgaris 25%

Contraste			Valor de contrast e	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	-,0533	,02582	-2,066	18	,054
		Lugar 1 vs. Lugar 3	,0300	,02582	1,162	18	,260
		Lugar 2 vs. Lugar 3	,0833	,02582	3,227	18	,005
		Lugar 4 vs. Lugar 5	1,1200	,02582	43,377	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 6	1,3867	,02582	53,705	18	,000

		Lugar 5 vs. Lugar 6	,2667	,02582	10,328	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-1,2533	,02582	-48,541	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-,0667	,02582	-2,582	18	,019
		Lugar 8 vs. Lugar 9	1,1867	,02582	45,959	18	,000

Phaseolus vulgaris 12,5%

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	-,0400	,01397	-2,864	18	,010
		Lugar 1 vs. Lugar 3	,0267	,01397	1,909	18	,072
		Lugar 2 vs. Lugar 3	,0667	,01397	4,773	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-,3167	,01397	-22,673	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 6	-,0133	,01397	-,955	18	,352
		Lugar 5 vs. Lugar 6	,3033	,01397	21,719	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 8	,0500	,01397	3,580	18	,002
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-,1467	,01397	-10,501	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-,1967	,01397	-14,081	18	,000

Phaseolus vulgaris 6,5%

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 2	-,0300	,00956	-3,139	18	,006
		Lugar 1 vs. Lugar 3	,0200	,00956	2,092	18	,051
		Lugar 2 vs. Lugar 3	,0500	,00956	5,231	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 5	-,3333	,00956	-34,874	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 6	,2033	,00956	21,273	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 6	,5367	,00956	56,148	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 8	-,1867	,00956	-19,530	18	,000
		Lugar 7 vs. Lugar 9	-,4267	,00956	-44,639	18	,000
		Lugar 8 vs. Lugar 9	-,2400	,00956	-25,109	18	,000

COMPARACIONES VERTICALES

Phaseolus vulgaris 100%

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	-1,5333	,04193	-36,570	18	,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	-,1400	,04193	-3,339	18	,004

		Lugar 4 vs. Lugar 7	-5,6133 ^a	,04193	-133,878	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	-,0500	,04193	-1,192	18	,249
		Lugar 2 vs. Lugar 8	-1,2433	,04193	-29,653	18	,000
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-1,1933	,04193	-28,461	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-,1733	,04193	-4,134	18	,001
		Lugar 3 vs. Lugar 9	,1733	,04193	4,134	18	,001
		Lugar 5 vs. Lugar 9	,3467	,04193	8,268	18	,000

Phaseolus vulgaris 50%

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	-1,5200	,03542	-42,918	18	,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	,4733	,03542	13,365	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-4,2333 ^a	,03542	-119,530	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	,5433	,03542	15,341	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	-1,2733	,03542	-35,953	18	,000
		Lugar 6 vs.	-1,8167	,03542	-51,295	18	,000

		Lugar 8					
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-,1400	,03542	-3,953	18	,001
		Lugar 3 vs. Lugar 9	,1400	,03542	3,953	18	,001
		Lugar 5 vs. Lugar 9	,2800	,03542	7,906	18	,000

Phaseolus vulgaris 25%

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	-1,1900	,02582	-46,089	18	,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	,1967	,02582	7,617	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-3,2867 ^a	,02582	-127,292	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	,2500	,02582	9,682	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	-1,0033	,02582	-38,859	18	,000
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-1,2533	,02582	-48,541	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-,1000	,02582	-3,873	18	,001
		Lugar 3 vs. Lugar 9	,1000	,02582	3,873	18	,001
		Lugar 5 vs. Lugar 9	,2000	,02582	7,746	18	,000

***Phaseolus vulgaris* 12,5%**

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	,2633	,01397	18,855	18	,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	,2500	,01397	17,900	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-1,2867 ^a	,01397	-92,126	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 6	,2900	,01397	20,764	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 8	,3400	,01397	24,344	18	,000
		Lugar 6 vs. Lugar 8	,0500	,01397	3,580	18	,002
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-,0800	,01397	-5,728	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 9	,0767	,01397	5,489	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	,1567	,01397	11,217	18	,000

***Phaseolus vulgaris* 6,25%**

Contraste			Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Longitud Radical (cm)	Suponer varianzas iguales	Lugar 1 vs. Lugar 4	,2933	,00956	30,689	18	,000
		Lugar 1 vs. Lugar 7	,4967	,00956	51,963	18	,000
		Lugar 4 vs. Lugar 7	-,4633 ^a	,00956	-48,475	18	,000
		Lugar 2 vs. Lugar 7	,5267	,00956	55,101	18	,000

		Lugar 6					
		Lugar 2 vs. Lugar 8	,3400	,00956	35,572	18	,000
		Lugar 6 vs. Lugar 8	-,1867	,00956	-19,530	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 5	-,0600	,00956	-6,277	18	,000
		Lugar 3 vs. Lugar 9	,0500	,00956	5,231	18	,000
		Lugar 5 vs. Lugar 9	,1100	,00956	11,509	18	,000

ANEXO 5: CÁLCULO DE LA DOSIS LETAL CINCUENTA (DL50) Y CONCENTRACIÓN INHIBITORIA CINCUENTA (CI50), A TRAVÉS DEL MÉTODO ESTADÍSTICO PROBIT.

PROBIT PARA LUGAR 1

ESTOS SON LOS DATOS USADOS EN CADA REGRESION PROBIT, EN ESTE CASO CONSIDERANDO EL LUGAR 1:

Muertes/ Total de organismos		% muertes	Efectos
27	/40	67,5	a,b,c,d
18	/40	45	a,b
14	/40	35	a
12	/40	30	
5	/40	12,5	
0	/40	0	
0	/40	0	

RESULTADOS SPSS E INTERPRETACION:

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	DILUSION	,608	,125	4,867	,000	,363	,853
	Interceptación	-1,931	,496	-3,889	,000	-2,427	-1,434

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

De acuerdo a los resultados obtenidos, el modelo Probit es el siguiente:

MODELO:

$$\text{PROBIT (p)} = -1,931 + 0,608 \cdot \text{LN (DILUSION)}$$

El ajuste del modelo indica que existe un ajuste adecuado al modelo, en este caso al tener $P > 0,05$

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	4,844	3	,184 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es mayor que 0,050, no se utiliza el factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Utilizando este modelo, se encuentra la dosis letal:

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para DILUSION			95% de límites de confianza para registro(DILUSION) ^a		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT	,010	,522	,025	1,997	-,651	-3,684	,692
	,020	,817	,053	2,776	-,203	-2,944	1,021

,030	1,085	,084	3,425	,082	-2,475	1,231
,040	1,344	,120	4,014	,296	-2,123	1,390
,050	1,600	,159	4,570	,470	-1,837	1,519
,060	1,855	,203	5,105	,618	-1,594	1,630
,070	2,112	,251	5,628	,748	-1,382	1,728
,080	2,373	,304	6,144	,864	-1,192	1,815
,090	2,638	,361	6,656	,970	-1,019	1,895
,100	2,907	,423	7,166	1,067	-,861	1,969
,150	4,350	,812	9,766	1,470	-,208	2,279
,200	5,993	1,357	12,556	1,791	,305	2,530
,250	7,889	2,097	15,658	2,065	,740	2,751
,300	10,097	3,083	19,197	2,312	1,126	2,955
,350	12,691	4,378	23,332	2,541	1,477	3,150
,400	15,767	6,064	28,282	2,758	1,802	3,342
,450	19,450	8,238	34,363	2,968	2,109	3,537
,500	23,914	11,022	42,059	3,174	2,400	3,739
,550	29,403	14,565	52,124	3,381	2,679	3,954
,600	36,273	19,049	65,786	3,591	2,947	4,186
,650	45,063	24,716	85,117	3,808	3,207	4,444
,700	56,643	31,915	113,786	4,037	3,463	4,734
,750	72,498	41,225	158,776	4,284	3,719	5,067
,800	95,428	53,717	234,828	4,558	3,984	5,459
,850	131,460	71,635	378,295	4,879	4,272	5,936
,900	196,715	100,681	704,478	5,282	4,612	6,557
,910	216,828	109,020	820,796	5,379	4,692	6,710
,920	241,015	118,754	969,913	5,485	4,777	6,877
,930	270,736	130,336	1166,467	5,601	4,870	7,062
,940	308,283	144,458	1434,954	5,731	4,973	7,269
,950	357,501	162,248	1819,539	5,879	5,089	7,506
,960	425,455	185,710	2408,353	6,053	5,224	7,787
,970	526,945	218,876	3405,285	6,267	5,389	8,133
,980	700,286	271,665	5409,509	6,551	5,605	8,596
,990	1096,333	380,299	11266,028	7,000	5,941	9,330

a. Base de logaritmo = 2,718.

Es decir que con un 23,91% de DILUSION, se encontraría un porcentaje de muertes del 50%.

PARA EL LUGAR 2

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	DILUSION	,582	,126	4,616	,000	,335	,829
	Interceptación	-1,906	,510	-3,741	,000	-2,416	-1,397

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	5,322	3	,150 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es mayor que 0,050, no se utiliza el factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para DILUSION			95% de límites de confianza para registro(DILUSION) ^a		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT	,010	,486	,016	2,043	-,721	-4,139	,714
	,020	,776	,036	2,868	-,253	-3,335	1,054
	,030	1,045	,059	3,560	,044	-2,826	1,270
	,040	1,307	,087	4,193	,268	-2,445	1,433
	,050	1,567	,118	4,793	,449	-2,135	1,567
	,060	1,830	,154	5,372	,604	-1,871	1,681
	,070	2,096	,194	5,941	,740	-1,641	1,782

,080	2,366	,238	6,503	,861	-1,435	1,872
,090	2,643	,287	7,063	,972	-1,248	1,955
,100	2,926	,341	7,623	1,074	-1,076	2,031
,150	4,458	,692	10,496	1,495	-,369	2,351
,200	6,229	1,207	13,615	1,829	,188	2,611
,250	8,301	1,933	17,120	2,116	,659	2,840
,300	10,742	2,934	21,166	2,374	1,076	3,052
,350	13,642	4,285	25,954	2,613	1,455	3,256
,400	17,113	6,088	31,768	2,840	1,806	3,458
,450	21,310	8,462	39,031	3,059	2,136	3,664
,500	26,445	11,555	48,400	3,275	2,447	3,880
,550	32,816	15,542	60,930	3,491	2,744	4,110
,600	40,865	20,637	78,367	3,710	3,027	4,361
,650	51,264	27,112	103,716	3,937	3,300	4,642
,700	65,099	35,368	142,415	4,176	3,566	4,959
,750	84,246	46,078	205,061	4,434	3,830	5,323
,800	112,264	60,504	314,647	4,721	4,103	5,751
,850	156,885	81,314	529,738	5,056	4,398	6,272
,900	239,031	115,311	1043,623	5,477	4,748	6,950
,910	264,621	125,124	1232,655	5,578	4,829	7,117
,920	295,534	136,606	1478,386	5,689	4,917	7,299
,930	333,710	150,302	1807,272	5,810	5,013	7,500
,940	382,204	167,047	2264,228	5,946	5,118	7,725
,950	446,170	188,208	2931,528	6,101	5,238	7,983
,960	535,128	216,216	3976,415	6,283	5,376	8,288
,970	669,154	255,979	5794,412	6,506	5,545	8,665
,980	900,660	319,617	9581,077	6,803	5,767	9,168
,990	1438,588	451,639	21255,170	7,271	6,113	9,964

a. Base de logaritmo = 2,718.

PARA EL LUGAR 3

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %
--	-----------	------------	----------------	---	------	-----------------------------------

						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	DILUSION	,588	,122	4,821	,000	,349	,827
	Interceptación	-1,836	,493	-3,727	,000	-2,328	-1,343

a. Modelo PROBIT: $\text{PROBIT}(p) = \text{Interceptación} + BX$ (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

		Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT	Prueba de bondad de ajuste de Pearson	5,477	3	,140 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es mayor que, 050, no se utiliza el factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

		95% de límites de confianza para DILUSION			95% de límites de confianza para registro(DILUSION) ^a		
	Probabilidad	Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT	,010	,434	,017	1,800	-,834	-4,076	,588
	,020	,690	,037	2,528	-,371	-3,305	,928
	,030	,926	,060	3,140	-,076	-2,817	1,144
	,040	1,156	,086	3,699	,145	-2,450	1,308
	,050	1,384	,116	4,228	,325	-2,153	1,442
	,060	1,613	,150	4,740	,478	-1,900	1,556
	,070	1,845	,187	5,241	,612	-1,679	1,657
	,080	2,080	,227	5,737	,732	-1,481	1,747
	,090	2,321	,272	6,230	,842	-1,301	1,829
	,100	2,567	,321	6,724	,943	-1,136	1,906
	,150	3,894	,633	9,251	1,359	-,457	2,225
	,200	5,423	1,081	11,982	1,691	,078	2,483
	,250	7,206	1,703	15,037	1,975	,532	2,711
	,300	9,301	2,546	18,539	2,230	,934	2,920
	,350	11,782	3,673	22,646	2,467	1,301	3,120

,400	14,747	5,165	27,573	2,691	1,642	3,317
,450	18,323	7,123	33,639	2,908	1,963	3,516
,500	22,688	9,676	41,323	3,122	2,270	3,721
,550	28,093	12,984	51,384	3,336	2,564	3,939
,600	34,906	17,252	65,066	3,553	2,848	4,175
,650	43,688	22,747	84,489	3,777	3,124	4,437
,700	55,345	29,853	113,462	4,014	3,396	4,731
,750	71,437	39,185	159,333	4,269	3,668	5,071
,800	94,919	51,871	237,827	4,553	3,949	5,472
,850	132,199	70,271	388,279	4,884	4,252	5,962
,900	200,564	100,418	737,673	5,301	4,609	6,604
,910	221,808	109,128	863,980	5,402	4,693	6,762
,920	247,443	119,323	1026,907	5,511	4,782	6,934
,930	279,064	131,487	1243,133	5,631	4,879	7,125
,940	319,179	146,363	1540,757	5,766	4,986	7,340
,950	372,015	165,168	1970,808	5,919	5,107	7,586
,960	445,369	190,066	2635,989	6,099	5,247	7,877
,970	555,657	225,432	3776,335	6,320	5,418	8,237
,980	745,656	282,065	6106,544	6,614	5,642	8,717
,990	1185,384	399,663	13086,888	7,078	5,991	9,479

a. Base de logaritmo = 2,718.

PARA EL LUGAR 4

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	DILUSION	,644	,176	3,650	,000	,298	,990
	Interceptación	-2,601	,672	-3,867	,000	-3,273	-1,928

a. Modelo PROBIT: $\text{PROBIT}(p) = \text{Interceptación} + BX$ (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	1,895	3	,594 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es mayor que, 050, no se utiliza el factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para DILUSION			95% de límites de confianza para registro(DILUSION) ^a		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ,010		1,531	,032	5,146	,426	-3,439	1,638
,020		2,338	,079	6,845	,849	-2,535	1,924
,030		3,058	,141	8,217	1,118	-1,962	2,106
,040		3,743	,216	9,437	1,320	-1,533	2,245
,050		4,412	,306	10,572	1,484	-1,184	2,358
,060		5,075	,411	11,653	1,624	-,888	2,456
,070		5,737	,533	12,700	1,747	-,630	2,542
,080		6,403	,671	13,726	1,857	-,399	2,619
,090		7,075	,828	14,739	1,957	-,189	2,690
,100		7,757	1,003	15,747	2,049	,003	2,757
,150		11,350	2,206	20,874	2,429	,791	3,038
,200		15,360	4,069	26,487	2,732	1,403	3,277
,250		19,913	6,761	33,063	2,991	1,911	3,498
,300		25,140	10,429	41,270	3,224	2,345	3,720
,350		31,201	15,135	52,184	3,440	2,717	3,955
,400		38,299	20,804	67,542	3,645	3,035	4,213
,450		46,699	27,249	90,036	3,844	3,305	4,500
,500		56,763	34,319	123,724	4,039	3,536	4,818
,550		68,996	42,015	174,901	4,234	3,738	5,164

,600	84,128	50,522	253,967	4,432	3,922	5,537
,650	103,266	60,185	379,276	4,637	4,097	5,938
,700	128,163	71,543	585,500	4,853	4,270	6,372
,750	161,807	85,453	943,831	5,086	4,448	6,850
,800	209,761	103,393	1617,954	5,346	4,639	7,389
,850	283,872	128,285	3052,023	5,649	4,854	8,024
,900	415,385	167,224	6825,542	6,029	5,119	8,828
,910	455,389	178,146	8296,460	6,121	5,183	9,024
,920	503,226	190,770	10258,496	6,221	5,251	9,236
,930	561,645	205,628	12959,149	6,331	5,326	9,470
,940	634,943	223,523	16829,241	6,454	5,410	9,731
,950	730,285	245,753	22680,524	6,593	5,504	10,029
,960	860,745	274,595	32217,086	6,758	5,615	10,380
,970	1053,489	314,565	49626,674	6,960	5,751	10,812
,980	1378,115	376,561	88198,922	7,228	5,931	11,387
,990	2104,501	499,316	218621,556	7,652	6,213	12,295

a. Base de logaritmo = 2,718.

PARA EL LUGAR 5

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	DILUSION	,591	,125	4,715	,000	,345	,836
	Interceptación	-1,914	,503	-3,807	,000	-2,417	-1,411

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	4,891	3	,180 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es mayor que, 050, no se utiliza el factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para DILUSION			95% de límites de confianza para registro(DILUSION) ^a		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ,010		,498	,019	2,018	-,698	-3,958	,702
,020		,790	,042	2,824	-,236	-3,178	1,038
,030		1,058	,068	3,499	,057	-2,685	1,253
,040		1,319	,099	4,115	,277	-2,314	1,415
,050		1,578	,134	4,698	,456	-2,013	1,547
,060		1,838	,172	5,261	,609	-1,758	1,660
,070		2,101	,216	5,813	,742	-1,534	1,760
,080		2,368	,263	6,357	,862	-1,334	1,850
,090		2,641	,316	6,899	,971	-1,153	1,931
,100		2,919	,373	7,441	1,071	-,986	2,007
,150		4,421	,741	10,215	1,486	-,300	2,324
,200		6,148	1,272	13,215	1,816	,241	2,581
,250		8,159	2,010	16,576	2,099	,698	2,808
,300		10,520	3,013	20,442	2,353	1,103	3,018
,350		13,313	4,354	24,998	2,589	1,471	3,219
,400		16,647	6,124	30,504	2,812	1,812	3,418
,450		20,664	8,436	37,346	3,028	2,133	3,620
,500		25,563	11,428	46,113	3,241	2,436	3,831
,550		31,624	15,264	57,748	3,454	2,725	4,056
,600		39,257	20,145	73,796	3,670	3,003	4,301
,650		49,086	26,335	96,898	3,894	3,271	4,574
,700		62,120	34,215	131,790	4,129	3,533	4,881
,750		80,093	44,428	187,620	4,383	3,794	5,234

,800	106,291	58,171	284,030	4,666	4,063	5,649
,850	147,825	77,967	470,442	4,996	4,356	6,154
,900	223,868	110,241	907,529	5,411	4,703	6,811
,910	247,472	119,542	1066,438	5,511	4,784	6,972
,920	275,944	130,419	1271,926	5,620	4,871	7,148
,930	311,045	143,383	1545,369	5,740	4,966	7,343
,940	355,551	159,222	1922,855	5,874	5,070	7,562
,950	414,134	179,219	2470,100	6,026	5,189	7,812
,960	495,408	205,659	3319,746	6,205	5,326	8,108
,970	617,499	243,150	4782,886	6,426	5,494	8,473
,980	827,592	303,055	7789,874	6,719	5,714	8,961
,990	1313,011	427,041	16874,144	7,180	6,057	9,734

a. Base de logaritmo = 2,718.

PARA EL LUGAR 6

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	DILUSION	,581	,294	1,980	,048	,006	1,156
	Interceptación	-2,582	1,136	-2,273	,023	-3,718	-1,446

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	1,723	3	,632 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es mayor que, 050, no se utiliza el factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

		95% de límites de confianza para DILUSION			95% de límites de confianza para registro(DILUSION) ^a		
	Probabilidad	Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT	,010	1,554	,000	8,779	,441	-	2,172
	,020	2,484	,000	11,194	,910	-	2,415
	,030	3,346	,000	13,077	1,208	-	2,571
	,040	4,185	,000	14,715	1,432	-	2,689
	,050	5,022	,000	16,210	1,614	-	2,786
	,060	5,864	,000	17,615	1,769	-	2,869
	,070	6,718	,000	18,960	1,905	-	2,942
	,080	7,587	,000	20,264	2,026	-	3,009
	,090	8,475	,000	21,542	2,137	-	3,070
	,100	9,384	,000	22,806	2,239	-	3,127
	,150	14,309	,000	29,186	2,661	-	3,374
	,200	20,009	,000	36,404	2,996	-80,550	3,595
	,250	26,678	,000	46,295	3,284	-51,606	3,835
	,300	34,542	,000	67,265	3,542	-25,771	4,209
	,350	43,883	,038	397,895	3,782	-3,262	5,986
	,400	55,074	22,154	7014812651,735	4,009	3,098	22,671
	,450	68,610	38,425	19503127419835450000,000	4,228	3,649	44,417
	,500	85,176	48,927	5,187E+28	4,445	3,890	66,119
	,550	105,741	58,172	1,477E+38	4,661	4,063	87,888
	,600	131,730	67,509	6,139E+47	4,881	4,212	110,036
	,650	165,321	77,654	5,441E+57	5,108	4,352	132,941
	,700	210,033	89,250	1,670E+68	5,347	4,491	157,088
	,750	271,940	103,124	3,484E+79	5,606	4,636	183,152

,800	362,576	120,604	1,409E+92	5,893	4,793	212,180
,850	507,007	144,225	6,999E+106	6,229	4,971	246,020
,900	773,093	179,994	2,176E+125	6,650	5,193	288,601
,910	856,021	189,810	6,375E+129	6,752	5,246	298,886
,920	956,222	201,052	4,540E+134	6,863	5,304	310,059
,930	1079,989	214,149	9,834E+139	6,985	5,367	322,345
,940	1237,246	229,749	8,953E+145	7,121	5,437	336,067
,950	1444,734	248,885	5,605E+152	7,276	5,517	351,717
,960	1733,381	273,350	5,418E+160	7,458	5,611	370,103
,970	2168,428	306,658	3,555E+170	7,682	5,726	392,708
,980	2920,271	357,154	3,990E+183	7,979	5,878	422,757
,990	4668,547	453,808	1,479E+204	8,449	6,118	470,119

a. Base de logaritmo = 2,718.

PARA EL LUGAR 7

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	DILUSION	,824	,507	1,625	,104	-,170	1,818
	Interceptación	-3,747	1,939	-1,933	,053	-5,686	-1,808

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	1,183	3	,757 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es mayor que, 050, no se utiliza el factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para DILUSION			95% de límites de confianza para registro(DILUSION) ^a		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ,010		5,607	.	.	1,724	.	.
,020		7,805	.	.	2,055	.	.
,030		9,627	.	.	2,265	.	.
,040		11,274	.	.	2,422	.	.
,050		12,818	.	.	2,551	.	.
,060		14,299	.	.	2,660	.	.
,070		15,737	.	.	2,756	.	.
,080		17,147	.	.	2,842	.	.
,090		18,539	.	.	2,920	.	.
,100		19,920	.	.	2,992	.	.
,150		26,820	.	.	3,289	.	.
,200		33,972	.	.	3,526	.	.
,250		41,610	.	.	3,728	.	.
,300		49,922	.	.	3,910	.	.
,350		59,099	.	.	4,079	.	.
,400		69,363	.	.	4,239	.	.
,450		80,987	.	.	4,394	.	.
,500		94,327	.	.	4,547	.	.
,550		109,864	.	.	4,699	.	.
,600		128,276	.	.	4,854	.	.
,650		150,554	.	.	5,014	.	.
,700		178,231	.	.	5,183	.	.
,750		213,834	.	.	5,365	.	.
,800		261,910	.	.	5,568	.	.
,850		331,752	.	.	5,804	.	.
,900		446,669	.	.	6,102	.	.
,910		479,937	.	.	6,174	.	.
,920		518,893	.	.	6,252	.	.
,930		565,386	.	.	6,338	.	.
,940		622,254	.	.	6,433	.	.
,950		694,125	.	.	6,543	.	.
,960		789,240	.	.	6,671	.	.

,970	924,215	.	.	6,829	.	.
,980	1140,030	.	.	7,039	.	.
,990	1586,975	.	.	7,370	.	.

a. Base de logaritmo = 2,718.

PARA EL LUGAR 8

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	DILUSION	1,407	,613	2,294	,022	,205	2,609
	Interceptación	-6,069	2,305	-2,632	,008	-8,374	-3,763

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

		Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT	Prueba de bondad de ajuste de Pearson	1,004	3	,800 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es mayor que, 050, no se utiliza el factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para DILUSION			95% de límites de confianza para registro(DILUSION) ^a		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT	,010	14,291	,024	24,478	2,660	-3,747	3,198
	,020	17,345	,088	27,394	2,853	-2,426	3,310

,030	19,614	,204	29,481	2,976	-1,589	3,384
,040	21,514	,382	31,207	3,069	-,962	3,441
,050	23,195	,636	32,735	3,144	-,453	3,488
,060	24,728	,979	34,145	3,208	-,021	3,531
,070	26,156	1,427	35,487	3,264	,355	3,569
,080	27,504	1,996	36,794	3,314	,691	3,605
,090	28,791	2,704	38,095	3,360	,995	3,640
,100	30,028	3,568	39,415	3,402	1,272	3,674
,150	35,742	10,777	47,372	3,576	2,377	3,858
,200	41,049	22,438	63,394	3,715	3,111	4,149
,250	46,226	32,778	104,522	3,834	3,490	4,649
,300	51,430	39,121	192,851	3,940	3,667	5,262
,350	56,773	43,514	360,331	4,039	3,773	5,887
,400	62,356	47,119	666,179	4,133	3,853	6,502
,450	68,279	50,394	1219,183	4,224	3,920	7,106
,500	74,657	53,554	2221,763	4,313	3,981	7,706
,550	81,631	56,726	4062,075	4,402	4,038	8,309
,600	89,385	60,009	7515,872	4,493	4,094	8,925
,650	98,175	63,499	14219,486	4,587	4,151	9,562
,700	108,374	67,313	27876,933	4,686	4,209	10,236
,750	120,573	71,611	57703,449	4,792	4,271	10,963
,800	135,780	76,650	129848,688	4,911	4,339	11,774
,850	155,942	82,899	334503,250	5,049	4,418	12,720
,900	185,617	91,400	1101308,360	5,224	4,515	13,912
,910	193,594	93,569	1468782,210	5,266	4,539	14,200
,920	202,648	95,980	2008286,261	5,311	4,564	14,513
,930	213,093	98,697	2832970,491	5,362	4,592	14,857
,940	225,397	101,817	4160462,783	5,418	4,623	15,241
,950	240,298	105,488	6449415,936	5,482	4,659	15,680
,960	259,069	109,962	10795084,019	5,557	4,700	16,195
,970	284,167	115,712	20337117,000	5,650	4,751	16,828
,980	321,333	123,803	47206862,802	5,772	4,819	17,670
,990	390,025	137,681	178051288,801	5,966	4,925	18,998

a. Base de logaritmo = 2,718.

PARA EL LUGAR 9

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	DILUSION	,521	,133	3,922	,000	,261	,782
	Interceptación	-1,835	,559	-3,281	,001	-2,395	-1,276

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	5,419	3	,144 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es mayor que, 050, no se utiliza el factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para DILUSION			95% de límites de confianza para registro(DILUSION) ^a		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT	,010	,390	,003	2,210	-,942	-5,941	,793
	,020	,658	,007	3,168	-,419	-4,908	1,153
	,030	,916	,014	3,987	-,087	-4,254	1,383
	,040	1,176	,023	4,744	,162	-3,762	1,557
	,050	1,441	,035	5,469	,365	-3,363	1,699
	,060	1,713	,049	6,176	,538	-3,025	1,821
	,070	1,993	,065	6,874	,689	-2,728	1,928
	,080	2,282	,085	7,570	,825	-2,463	2,024
	,090	2,582	,108	8,267	,948	-2,222	2,112
	,100	2,892	,135	8,968	1,062	-2,001	2,194

,150	4,628	,336	12,627	1,532	-1,090	2,536
,200	6,724	,688	16,702	1,906	-,374	2,816
,250	9,264	1,262	21,401	2,226	,233	3,063
,300	12,354	2,156	26,983	2,514	,768	3,295
,350	16,131	3,503	33,812	2,781	1,254	3,521
,400	20,777	5,478	42,446	3,034	1,701	3,748
,450	26,541	8,303	53,788	3,279	2,117	3,985
,500	33,774	12,241	69,359	3,520	2,505	4,239
,550	42,977	17,580	91,808	3,761	2,867	4,520
,600	54,902	24,624	125,896	4,006	3,204	4,835
,650	70,713	33,722	180,492	4,259	3,518	5,196
,700	92,329	45,387	273,037	4,525	3,815	5,610
,750	123,124	60,549	440,817	4,813	4,103	6,089
,800	169,645	81,060	773,763	5,134	4,395	6,651
,850	246,486	110,920	1530,782	5,507	4,709	7,334
,900	394,407	160,439	3705,131	5,977	5,078	8,217
,910	441,828	174,889	4600,347	6,091	5,164	8,434
,920	499,827	191,876	5825,351	6,214	5,257	8,670
,930	572,427	212,244	7559,838	6,350	5,358	8,931
,940	666,043	237,292	10125,472	6,501	5,469	9,223
,950	791,639	269,152	14147,798	6,674	5,595	9,557
,960	969,776	311,642	20988,959	6,877	5,742	9,952
,970	1244,612	372,518	34147,027	7,127	5,920	10,438
,980	1734,135	471,093	65369,502	7,458	6,155	11,088
,990	2924,974	679,154	182689,828	7,981	6,521	12,116

a. Base de logaritmo = 2,718.

VARIABLES: IG Y % DE CONCENTRACION

LATUCA SALIVA

PROBIT PARA LUGAR 1

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	CONCENTRACIONTRANS	,619	,094	6,569	,000	,434	,804
	Interceptación	-2,356	,454	-5,192	,000	-2,810	-1,902

a. Modelo PROBIT: $\text{PROBIT}(p) = \text{Interceptación} + BX$ (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	26,329	12	,010 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es menor que ,050, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para CONCENTRACIONTRANS			95% de límites de confianza para registro(CONCENTRACIONTRANS) ^b		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	,010	1,049	,011	5,089	,048	-4,529	1,627
	,020	1,629	,026	6,855	,488	-3,666	1,925
	,030	2,154	,044	8,284	,767	-3,120	2,114
	,040	2,658	,067	9,555	,978	-2,708	2,257

,050	3,154	,093	10,731	1,149	-2,374	2,373
,060	3,647	,124	11,848	1,294	-2,089	2,472
,070	4,144	,159	12,924	1,422	-1,840	2,559
,080	4,645	,199	13,971	1,536	-1,617	2,637
,090	5,153	,243	14,998	1,640	-1,414	2,708
,100	5,670	,293	16,011	1,735	-1,227	2,773
,150	8,424	,634	21,007	2,131	-,455	3,045
,200	11,538	1,170	26,104	2,446	,157	3,262
,250	15,113	1,975	31,498	2,716	,681	3,450
,300	19,259	3,156	37,346	2,958	1,149	3,620
,350	24,109	4,863	43,815	3,183	1,582	3,780
,400	29,835	7,312	51,112	3,396	1,990	3,934
,450	36,668	10,814	59,522	3,602	2,381	4,086
,500	44,918	15,819	69,475	3,805	2,761	4,241
,550	55,024	22,975	81,677	4,008	3,134	4,403
,600	67,624	33,177	97,408	4,214	3,502	4,579
,650	83,688	47,531	119,252	4,427	3,861	4,781
,700	104,762	67,021	152,896	4,652	4,205	5,030
,750	133,497	91,948	211,140	4,894	4,521	5,353
,800	174,859	122,628	322,511	5,164	4,809	5,776
,850	239,508	162,275	558,576	5,479	5,089	6,325
,900	355,824	221,545	1161,685	5,874	5,401	7,058
,910	391,523	237,977	1391,488	5,970	5,472	7,238
,920	434,376	256,946	1694,700	6,074	5,549	7,435
,930	486,928	279,265	2107,050	6,188	5,632	7,653
,940	553,171	306,176	2690,025	6,316	5,724	7,897
,950	639,790	339,685	3558,004	6,461	5,828	8,177
,960	759,037	383,328	4947,587	6,632	5,949	8,507
,970	936,514	444,155	7430,074	6,842	6,096	8,913
,980	1238,274	539,316	12778,312	7,121	6,290	9,456
,990	1923,111	730,420	30114,120	7,562	6,594	10,313

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.

b. Base de logaritmo = 2,718.

PROBIT PARA LUGAR 2

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	CONCENTRACIONTRANS	,720	,102	7,041	,000	,520	,920
	Interceptación	-2,804	,467	-6,002	,000	-3,271	-2,337

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	49,135	12	,000 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es menor que, 050, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para CONCENTRACIONTRANS			95% de límites de confianza para registro(CONCENTRACIONTRANS) ^b		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	,010	1,942	,003	8,868	,664	-5,838	2,182
	,020	2,836	,008	11,231	1,042	-4,828	2,419
	,030	3,606	,015	13,052	1,283	-4,188	2,569
	,040	4,320	,025	14,618	1,463	-3,707	2,682
	,050	5,004	,036	16,033	1,610	-3,316	2,775
	,060	5,671	,051	17,347	1,735	-2,983	2,853

,070	6,328	,068	18,590	1,845	-2,691	2,923
,080	6,982	,088	19,781	1,943	-2,430	2,985
,090	7,634	,112	20,932	2,033	-2,193	3,041
,100	8,288	,139	22,054	2,115	-1,974	3,093
,150	11,650	,342	27,409	2,455	-1,072	3,311
,200	15,270	,700	32,645	2,726	-,356	3,486
,250	19,260	1,291	38,011	2,958	,255	3,638
,300	23,724	2,229	43,689	3,167	,802	3,777
,350	28,780	3,688	49,861	3,360	1,305	3,909
,400	34,570	5,922	56,761	3,543	1,779	4,039
,450	41,278	9,306	64,731	3,720	2,231	4,170
,500	49,150	14,389	74,344	3,895	2,666	4,309
,550	58,523	21,915	86,679	4,069	3,087	4,462
,600	69,879	32,734	104,004	4,247	3,488	4,644
,650	83,937	47,327	131,475	4,430	3,857	4,879
,700	101,824	65,023	180,675	4,623	4,175	5,197
,750	125,425	84,520	275,970	4,832	4,437	5,620
,800	158,198	106,033	472,123	5,064	4,664	6,157
,850	207,356	132,166	922,550	5,334	4,884	6,827
,900	291,458	169,166	2209,245	5,675	5,131	7,700
,910	316,438	179,067	2735,486	5,757	5,188	7,914
,920	346,007	190,326	3452,934	5,846	5,249	8,147
,930	381,719	203,363	4464,387	5,945	5,315	8,404
,940	425,978	218,800	5952,909	6,054	5,388	8,692
,950	482,753	237,637	8272,385	6,180	5,471	9,021
,960	559,198	261,602	12188,010	6,327	5,567	9,408
,970	669,959	294,076	19647,956	6,507	5,684	9,886
,980	851,879	343,080	37120,892	6,747	5,838	10,522
,990	1243,982	436,397	101418,003	7,126	6,079	11,527

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.

b. Base de logaritmo = 2,718.

PROBIT PARA LUGAR 3

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	CONCENTRACIONTRANS	,666	,107	6,226	,000	,456	,875
	Interceptación	-2,505	,505	-4,962	,000	-3,010	-2,000

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	25,149	12	,014 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es menor que, 050, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para CONCENTRACIONTRANS			95% de límites de confianza para registro(CONCENTRACIONTRANS) ^b		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	,010	1,308	,014	5,896	,268	-4,283	1,774
	,020	1,969	,032	7,755	,678	-3,455	2,048
	,030	2,554	,053	9,231	,938	-2,930	2,223
	,040	3,105	,079	10,525	1,133	-2,536	2,354
	,050	3,640	,109	11,712	1,292	-2,215	2,461
	,060	4,167	,143	12,828	1,427	-1,942	2,552
	,070	4,692	,182	13,895	1,546	-1,703	2,632

,080	5,218	,226	14,927	1,652	-1,488	2,703
,090	5,747	,274	15,933	1,749	-1,294	2,768
,100	6,282	,328	16,920	1,838	-1,115	2,829
,150	9,078	,688	21,717	2,206	-,374	3,078
,200	12,163	1,239	26,515	2,498	,214	3,278
,250	15,634	2,049	31,506	2,749	,717	3,450
,300	19,588	3,214	36,834	2,975	1,168	3,606
,350	24,138	4,871	42,643	3,184	1,583	3,753
,400	29,430	7,211	49,101	3,382	1,976	3,894
,450	35,652	10,511	56,438	3,574	2,352	4,033
,500	43,059	15,168	64,987	3,763	2,719	4,174
,550	52,004	21,755	75,295	3,951	3,080	4,321
,600	62,998	31,064	88,345	4,143	3,436	4,481
,650	76,810	44,081	106,126	4,341	3,786	4,665
,700	94,654	61,658	133,108	4,550	4,122	4,891
,750	118,590	83,830	179,568	4,776	4,429	5,191
,800	152,430	110,300	268,168	5,027	4,703	5,592
,850	204,245	143,275	453,679	5,319	4,965	6,117
,900	295,154	191,008	916,442	5,687	5,252	6,820
,910	322,603	204,019	1089,935	5,776	5,318	6,994
,920	355,324	218,943	1317,135	5,873	5,389	7,183
,930	395,145	236,385	1623,562	5,979	5,465	7,392
,940	444,916	257,263	2052,783	6,098	5,550	7,627
,950	509,378	283,052	2685,124	6,233	5,646	7,895
,960	597,141	316,335	3685,040	6,392	5,757	8,212
,970	726,021	362,224	5444,763	6,588	5,892	8,602
,980	941,395	433,033	9162,409	6,847	6,071	9,123
,990	1417,735	572,391	20859,714	7,257	6,350	9,946

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.

b. Base de logaritmo = 2,718.

PROBIT PARA LUGAR 4

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	CONCENTRACIONTRANS	,450	,069	6,530	,000	,315	,585
	Interceptación	-1,825	,369	-4,939	,000	-2,194	-1,455

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	36,699	12	,000 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es menor que, 050, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para CONCENTRACIONTRANS			95% de límites de confianza para registro(CONCENTRACIONTRANS) ^b		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	,010	,328	,000	3,628	-1,115	-10,054	1,289
	,020	,601	,000	5,359	-,509	-8,607	1,679
	,030	,882	,000	6,871	-,125	-7,689	1,927
	,040	1,178	,001	8,287	,164	-6,999	2,115
	,050	1,491	,002	9,656	,399	-6,439	2,268
	,060	1,821	,003	11,001	,600	-5,962	2,398
	,070	2,171	,004	12,338	,775	-5,544	2,513
	,080	2,541	,006	13,675	,932	-5,171	2,616
	,090	2,931	,008	15,021	1,075	-4,831	2,709

,100	3,343	,011	16,379	1,207	-4,518	2,796
,150	5,765	,040	23,505	1,752	-3,227	3,157
,200	8,889	,110	31,448	2,185	-2,205	3,448
,250	12,888	,264	40,541	2,556	-1,333	3,702
,300	17,992	,575	51,166	2,890	-,554	3,935
,350	24,510	1,176	63,841	3,199	,163	4,156
,400	32,866	2,305	79,323	3,492	,835	4,374
,450	43,652	4,376	98,801	3,776	1,476	4,593
,500	57,718	8,115	124,290	4,056	2,094	4,823
,550	76,316	14,752	159,489	4,335	2,691	5,072
,600	101,362	26,262	211,869	4,619	3,268	5,356
,650	135,917	45,442	298,045	4,912	3,816	5,697
,700	185,154	75,457	458,352	5,221	4,324	6,128
,750	258,476	119,105	798,647	5,555	4,780	6,683
,800	374,765	180,134	1629,173	5,926	5,194	7,396
,850	577,856	268,753	4059,989	6,359	5,594	8,309
,900	996,420	415,736	13697,617	6,904	6,030	9,525
,910	1136,564	458,925	18494,357	7,036	6,129	9,825
,920	1311,238	509,935	25677,538	7,179	6,234	10,153
,930	1534,440	571,451	36908,008	7,336	6,348	10,516
,940	1828,921	647,639	55461,090	7,511	6,473	10,923
,950	2234,359	745,391	88439,750	7,712	6,614	11,390
,960	2826,945	877,157	153383,746	7,947	6,777	11,941
,970	3774,988	1068,513	302668,682	8,236	6,974	12,620
,980	5544,680	1384,024	749775,524	8,621	7,233	13,528
,990	10163,131	2068,670	3150786,468	9,227	7,635	14,963

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.

b. Base de logaritmo = 2,718.

PROBIT PARA LUGAR 5

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	CONCENTRACIONTRANS	,551	,077	7,178	,000	,401	,702
	Interceptación	-2,028	,388	-5,229	,000	-2,416	-1,640

a. Modelo PROBIT: $\text{PROBIT}(p) = \text{Interceptación} + BX$ (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	48,269	12	,000 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es menor que, 050, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para CONCENTRACIONTRANS			95% de límites de confianza para registro(CONCENTRACIONTRANS) ^b		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	,010	,582	,000	4,913	-,541	-9,141	1,592
	,020	,955	,000	6,717	-,047	-7,883	1,905
	,030	1,306	,001	8,195	,267	-7,085	2,104
	,040	1,654	,002	9,522	,503	-6,485	2,254
	,050	2,004	,002	10,761	,695	-5,997	2,376

,060	2,360	,004	11,944	,859	-5,583	2,480
,070	2,723	,005	13,090	1,002	-5,219	2,572
,080	3,096	,007	14,212	1,130	-4,894	2,654
,090	3,479	,010	15,318	1,247	-4,598	2,729
,100	3,873	,013	16,414	1,354	-4,326	2,798
,150	6,042	,041	21,885	1,799	-3,201	3,086
,200	8,603	,099	27,575	2,152	-2,309	3,317
,250	11,650	,213	33,704	2,455	-1,546	3,518
,300	15,295	,421	40,465	2,728	-,864	3,700
,350	19,684	,790	48,082	2,980	-,235	3,873
,400	25,008	1,431	56,843	3,219	,358	4,040
,450	31,525	2,528	67,157	3,451	,927	4,207
,500	39,596	4,397	79,651	3,679	1,481	4,378
,550	49,732	7,577	95,368	3,907	2,025	4,558
,600	62,694	12,980	116,194	4,138	2,563	4,755
,650	79,650	22,111	145,948	4,378	3,096	4,983
,700	102,506	37,206	193,339	4,630	3,616	5,264
,750	134,581	60,857	280,739	4,902	4,109	5,637
,800	182,240	94,938	471,535	5,205	4,553	6,156
,850	259,482	141,654	971,282	5,559	4,953	6,879
,900	404,764	210,825	2680,371	6,003	5,351	7,894
,910	450,650	229,781	3459,324	6,111	5,437	8,149
,920	506,414	251,593	4577,141	6,227	5,528	8,429
,930	575,726	277,198	6244,788	6,356	5,625	8,740
,940	664,408	308,024	8859,715	6,499	5,730	9,089
,950	782,341	346,393	13240,652	6,662	5,848	9,491
,960	947,909	396,410	21293,008	6,854	5,982	9,966
,970	1200,217	466,296	38316,435	7,090	6,145	10,554
,980	1642,506	576,150	84028,415	7,404	6,356	11,339
,990	2693,079	798,766	291655,151	7,898	6,683	12,583

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.

b. Base de logaritmo = 2,718.

PROBIT PARA LUGAR 6

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	CONCENTRACIONTRANS	,324	,063	5,146	,000	,201	,448
	Interceptación	-1,537	,384	-4,004	,000	-1,920	-1,153

a. Modelo PROBIT: $\text{PROBIT}(p) = \text{Interceptación} + BX$ (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	44,705	12	,000 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es menor que, 050, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para CONCENTRACIONTRANS			95% de límites de confianza para registro(CONCENTRACIONTRANS) ^b		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	,010	,087	,000	4,203	-2,436	-39,501	1,436
	,020	,203	,000	6,798	-1,595	-34,919	1,917
	,030	,346	,000	9,243	-1,062	-32,014	2,224
	,040	,517	,000	11,664	-,661	-29,830	2,456
	,050	,716	,000	14,108	-,334	-28,054	2,647
	,060	,945	,000	16,604	-,056	-26,544	2,810
	,070	1,206	,000	19,169	,187	-25,221	2,953

,080	1,500	,000	21,815	,405	-24,036	3,083
,090	1,829	,000	24,554	,604	-22,960	3,201
,100	2,195	,000	27,394	,786	-21,970	3,310
,150	4,676	,000	43,443	1,542	-17,878	3,771
,200	8,527	,000	63,465	2,143	-14,639	4,150
,250	14,279	,000	89,070	2,659	-11,873	4,489
,300	22,685	,000	122,762	3,122	-9,406	4,810
,350	34,836	,001	168,823	3,551	-7,142	5,129
,400	52,337	,007	235,284	3,958	-5,022	5,461
,450	77,598	,049	339,075	4,352	-3,016	5,826
,500	114,333	,329	521,678	4,739	-1,113	6,257
,550	168,460	1,950	906,891	5,127	,668	6,810
,600	249,767	9,623	1969,430	5,521	2,264	7,585
,650	375,244	35,769	6147,700	5,928	3,577	8,724
,700	576,253	95,488	30491,266	6,357	4,559	10,325
,750	915,503	196,613	240555,988	6,819	5,281	12,391
,800	1532,972	350,681	3006740,362	7,335	5,860	14,916
,850	2795,680	595,158	66045568,992	7,936	6,389	18,006
,900	5954,238	1043,503	3574764383,925	8,692	6,950	21,997
,910	7147,102	1183,393	9466320561,158	8,874	7,076	22,971
,920	8715,307	1352,662	27348624535,668	9,073	7,210	24,032
,930	10839,575	1562,132	88078729791,447	9,291	7,354	25,201
,940	13829,623	1828,917	326222558679,382	9,535	7,511	26,511
,950	18258,858	2181,940	1457145264511,565	9,812	7,688	28,008
,960	25306,811	2674,770	8487210940710,743	10,139	7,892	29,770
,970	37802,281	3420,702	74380470755266,890	10,540	8,138	31,940
,980	64445,660	4716,545	1340009378911555,000	11,074	8,459	34,831
,990	149397,457	7750,695	128923545771887696,000	11,914	8,956	39,398

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.

b. Base de logaritmo = 2,718.

PROBIT PARA LUGAR 7

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	CONCENTRACIONTRANS	,298	,060	4,968	,000	,180	,416
	Interceptación	-1,468	,379	-3,876	,000	-1,847	-1,089

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	46,572	12	,000 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es menor que, 050, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para CONCENTRACIONTRANS			95% de límites de confianza para registro(CONCENTRACIONTRANS) ^b		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	,010	,056	,000	4,169	-2,879	-59,332	1,428
	,020	,140	,000	6,970	-1,964	-52,629	1,942
	,030	,251	,000	9,686	-1,384	-48,378	2,271
	,040	,388	,000	12,431	-,948	-45,183	2,520
	,050	,553	,000	15,250	-,593	-42,585	2,725

,060	,748	,000	18,171	-,290	-40,375	2,900
,070	,975	,000	21,210	-,026	-38,439	3,054
,080	1,236	,000	24,385	,212	-36,706	3,194
,090	1,533	,000	27,707	,427	-35,131	3,322
,100	1,870	,000	31,189	,626	-33,681	3,440
,150	4,256	,000	51,470	1,448	-27,692	3,941
,200	8,182	,000	77,979	2,102	-22,950	4,356
,250	14,333	,000	113,533	2,663	-18,900	4,732
,300	23,714	,000	162,867	3,166	-15,287	5,093
,350	37,813	,000	234,730	3,633	-11,970	5,458
,400	58,872	,000	347,164	4,075	-8,867	5,850
,450	90,352	,003	543,180	4,504	-5,934	6,297
,500	137,726	,042	947,793	4,925	-3,163	6,854
,550	209,939	,547	2040,054	5,347	-,603	7,621
,600	322,196	5,043	6508,017	5,775	1,618	8,781
,650	501,642	27,883	38756,059	6,218	3,328	10,565
,700	799,872	90,831	472858,326	6,684	4,509	13,067
,750	1323,389	207,032	11035719,262	7,188	5,333	16,217
,800	2318,372	394,358	483938406,404	7,749	5,977	19,997
,850	4456,635	705,722	47009817291,736	8,402	6,559	24,574
,900	10141,971	1301,820	16783420732666,402	9,224	7,172	30,451
,910	12370,195	1492,259	70204807835726,790	9,423	7,308	31,882
,920	15348,997	1724,860	333450772327443,800	9,639	7,453	33,441
,930	19458,616	2015,572	1856047668915891,200	9,876	7,609	35,157
,940	25361,942	2389,789	12672048733387140,000	10,141	7,779	37,078
,950	34310,030	2890,787	113767695653036800,000	10,443	7,969	39,273
,960	48933,867	3599,452	1505788058598167040,000	10,798	8,189	41,856
,970	75711,983	4688,742	36228309751856470000,000	11,235	8,453	45,036
,980	135252,433	6618,035	2501411228746684300000,000	11,815	8,798	49,271

,990	337518,4	11263,6	2003761434441059300000000	12,729	9,329	55,957
	25	34	,000			

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.

b. Base de logaritmo = 2,718.

PROBIT PARA LUGAR 8

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	CONCENTRACIONTRANS	,383	,060	6,385	,000	,265	,501
	Interceptación	-1,638	,341	-4,800	,000	-1,980	-1,297

a. Modelo PROBIT: $\text{PROBIT}(p) = \text{Interceptación} + BX$ (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	83,028	12	,000 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es menor que, 050, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para CONCENTRACIONTRANS			95% de límites de confianza para registro(CONCENTRACIONTRANS) ^b		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	,010	,166	,000	6,037	-1,797	-65,431	1,798
	,020	,338	,000	8,949	-1,085	-58,496	2,192
	,030	,531	,000	11,514	-,633	-54,098	2,444
	,040	,746	,000	13,937	-,294	-50,791	2,635
	,050	,983	,000	16,297	-,017	-48,103	2,791

,060	1,243	,000	18,635	,218	-45,815	2,925
,070	1,528	,000	20,976	,424	-43,810	3,043
,080	1,838	,000	23,336	,609	-42,015	3,150
,090	2,174	,000	25,728	,777	-40,384	3,248
,100	2,538	,000	28,163	,931	-38,882	3,338
,150	4,813	,000	41,259	1,571	-32,674	3,720
,200	8,004	,000	56,550	2,080	-27,752	4,035
,250	12,382	,000	75,049	2,516	-23,542	4,318
,300	18,323	,000	98,209	2,908	-19,776	4,587
,350	26,344	,000	128,394	3,271	-16,305	4,855
,400	37,182	,000	169,869	3,616	-13,036	5,135
,450	51,894	,000	231,269	3,949	-9,912	5,444
,500	72,045	,001	332,868	4,277	-6,898	5,808
,550	100,022	,018	533,181	4,605	-3,991	6,279
,600	139,598	,288	1060,293	4,939	-1,245	6,966
,650	197,026	3,214	3299,272	5,283	1,168	8,101
,700	283,288	19,712	22625,820	5,646	2,981	10,027
,750	419,194	63,147	399400,146	6,038	4,145	12,898
,800	648,524	134,986	16706261,260	6,475	4,905	16,631
,850	1078,512	241,852	1754770248,741	6,983	5,488	21,286
,900	2045,342	418,213	738484619611,554	7,623	6,036	27,328
,910	2387,246	469,828	3228886974892,536	7,778	6,152	28,803
,920	2823,749	530,712	16109573213492,178	7,946	6,274	30,410
,930	3396,373	604,055	94749689588051,830	8,130	6,404	32,182
,940	4174,209	694,803	688625294501709,800	8,337	6,544	34,166
,950	5281,004	811,139	6645265874383907,000	8,572	6,698	36,433
,960	6961,785	967,849	95826645998068240,000	8,848	6,875	39,101
,970	9778,007	1195,29 7	2564112638366271500,000	9,188	7,086	42,388
,980	15359,08 9	1570,11 5	204119913128581820000,000	9,639	7,359	46,765
,990	31294,43 6	2382,86 2	204903216479204150000000, 000	10,351	7,776	53,677

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.

b. Base de logaritmo = 2,718.

PROBIT PARA LUGAR 9

Estimaciones de parámetro

	Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	CONCENTRACIONTRANS	,627	,091	6,884	,000	,449	,806
	Interceptación	-2,262	,439	-5,155	,000	-2,701	-1,823

a. Modelo PROBIT: PROBIT (p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	36,922	12	,000 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es menor que, 050, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Límites de confianza

	Probabilidad	95% de límites de confianza para CONCENTRACIONTRANS			95% de límites de confianza para registro(CONCENTRACIONTRANS) ^b		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	,010	,903	,002	5,280	-,102	-6,198	1,664
	,020	1,394	,005	7,004	,332	-5,225	1,946
	,030	1,836	,010	8,382	,608	-4,607	2,126
	,040	2,259	,016	9,596	,815	-4,143	2,261
	,050	2,674	,023	10,714	,984	-3,765	2,372
	,060	3,087	,032	11,769	1,127	-3,444	2,465
	,070	3,501	,042	12,780	1,253	-3,163	2,548
	,080	3,919	,054	13,761	1,366	-2,911	2,622
	,090	4,342	,068	14,719	1,468	-2,682	2,689
	,100	4,772	,084	15,662	1,563	-2,471	2,751

,150	7,053	,202	20,268	1,953	-1,599	3,009
,200	9,620	,403	24,912	2,264	-,908	3,215
,250	12,557	,729	29,779	2,530	-,316	3,394
,300	15,950	1,238	35,008	2,769	,213	3,556
,350	19,908	2,019	40,741	2,991	,703	3,707
,400	24,568	3,204	47,151	3,201	1,165	3,853
,450	30,113	4,996	54,465	3,405	1,609	3,998
,500	36,791	7,705	63,014	3,605	2,042	4,143
,550	44,949	11,815	73,321	3,806	2,469	4,295
,600	55,093	18,081	86,292	4,009	2,895	4,458
,650	67,990	27,645	103,676	4,219	3,319	4,641
,700	84,862	42,068	129,319	4,441	3,739	4,862
,750	107,796	62,895	172,725	4,680	4,141	5,152
,800	140,697	90,677	258,779	4,947	4,507	5,556
,850	191,924	126,160	456,409	5,257	4,838	6,123
,900	283,658	176,121	1011,542	5,648	5,171	6,919
,910	311,726	189,528	1234,796	5,742	5,245	7,119
,920	345,376	204,847	1536,554	5,845	5,322	7,337
,930	386,582	222,695	1957,881	5,957	5,406	7,580
,940	438,442	244,013	2571,231	6,083	5,497	7,852
,950	506,131	270,310	3515,242	6,227	5,600	8,165
,960	599,125	304,237	5086,174	6,395	5,718	8,534
,970	737,181	351,051	8027,831	6,603	5,861	8,991
,980	971,157	423,449	14766,508	6,878	6,048	9,600
,990	1499,599	566,623	38752,208	7,313	6,340	10,565

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.

b. Base de logaritmo = 2,718.

ANEXO 6: CURVA DOSIS RESPUESTA DL50.

4.5.1 Curva dosis respuesta y DL50 "Final Parque Industrial, margen derecha"

DL 50 *Eisenia foetida*: 23,914

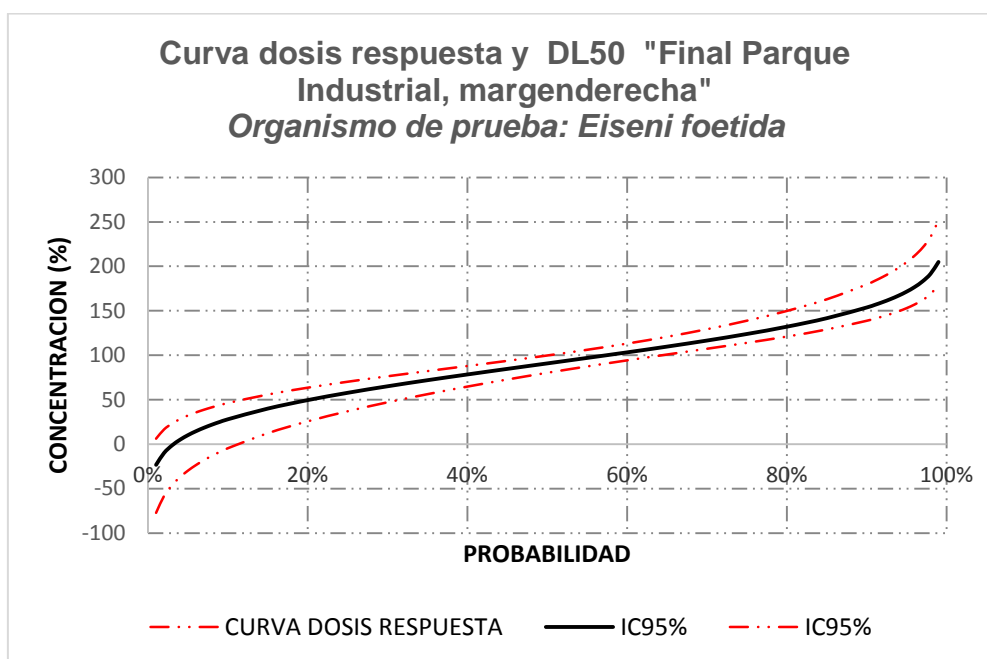


Figura 47: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en *Eisenia foetida* "Margen Derecha del Rio".

Fuente: Autor

4.5.2 Curva dosis respuesta y DL50 "Final Parque Industrial, mitad del rio"

DL 50 *Eisenia foetida*: 26,445

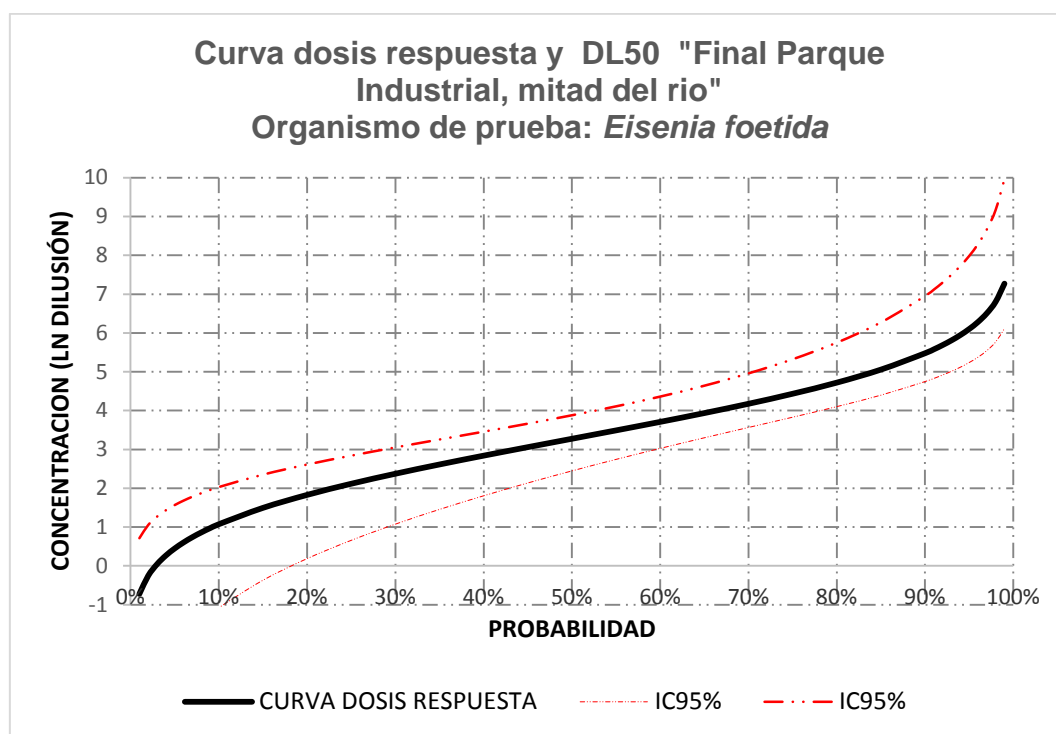


Figura 48: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en *Eisenia foetida* "Mitad del río".

Fuente: Autor.

4.5.3 Curva dosis respuesta y DL50 "Final Parque Industrial Izquierda"

DL 50 *Eisenia foetida*: 22,668

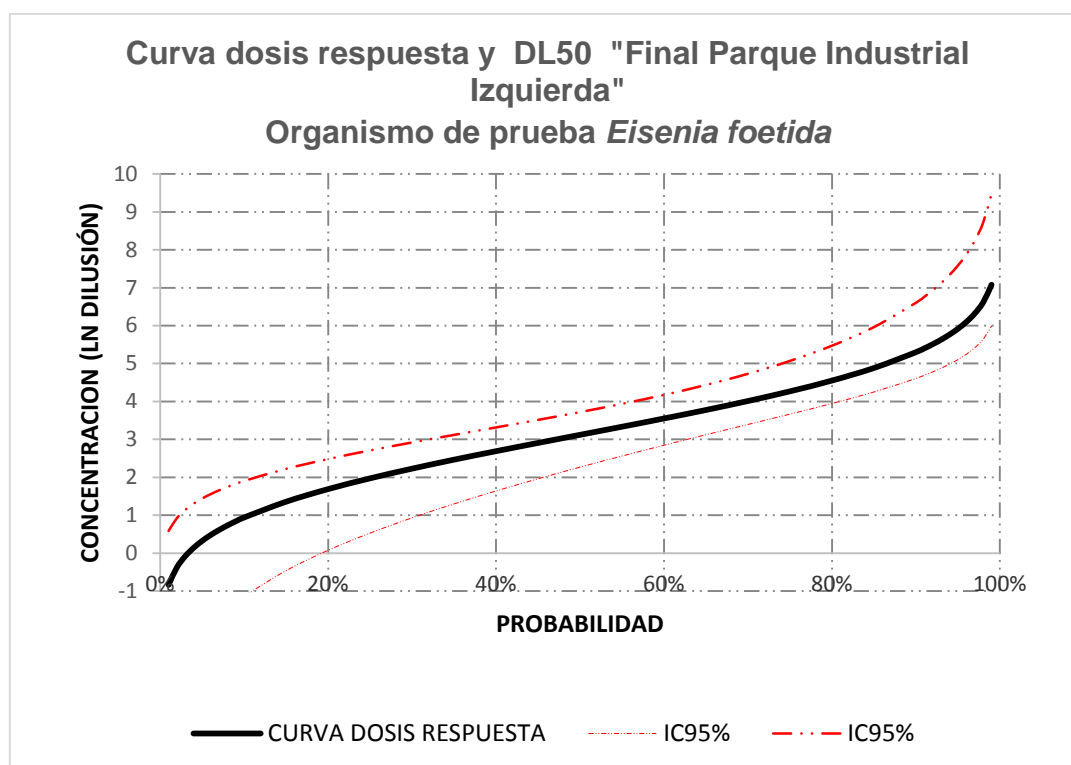


Figura 49: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en *Eisenia foetida*, "Final del Parque Industrial Izquierda".

Fuente: Autor

4.5.4 Curva dosis respuesta y DL50 "Mitad Parque Industrial, margen derecha"

DL 50 *Eisenia foetida*: 56,763

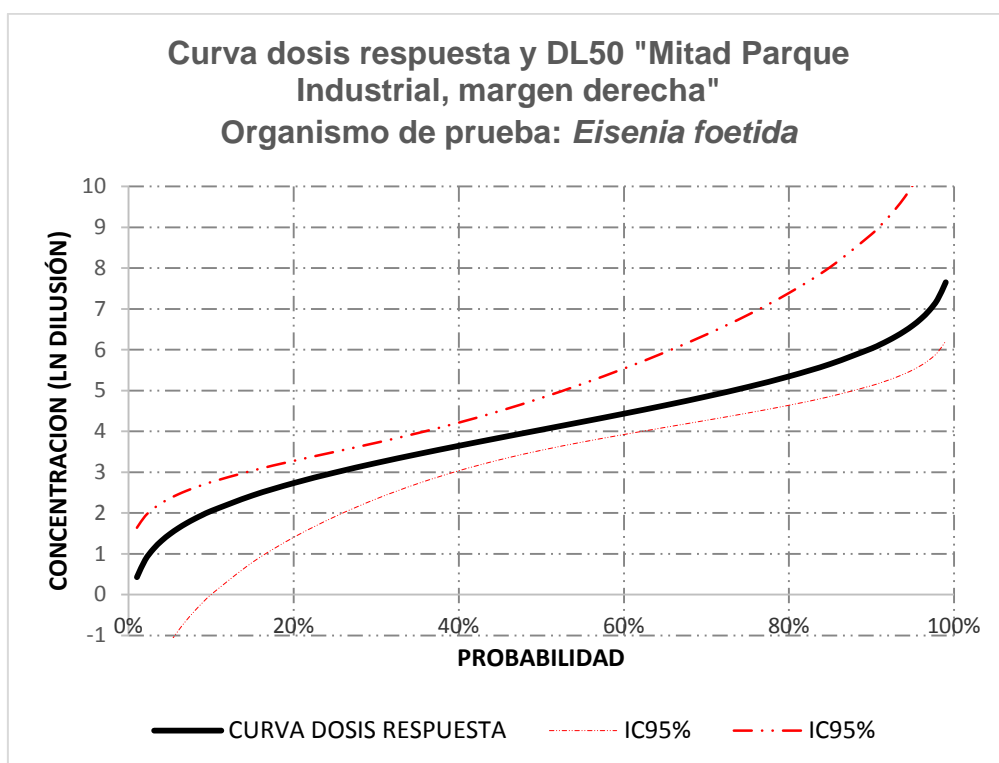


Figura 50: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en *Eisenia foetida*, "Mitad del Parque Industrial, margen derecha".

Fuente: Autor

4.5.5 Curva dosis respuesta y DL50 "Mitad Parque Industrial, margen Izquierda"

DL 50 *Eisenia foetida*: 25,563

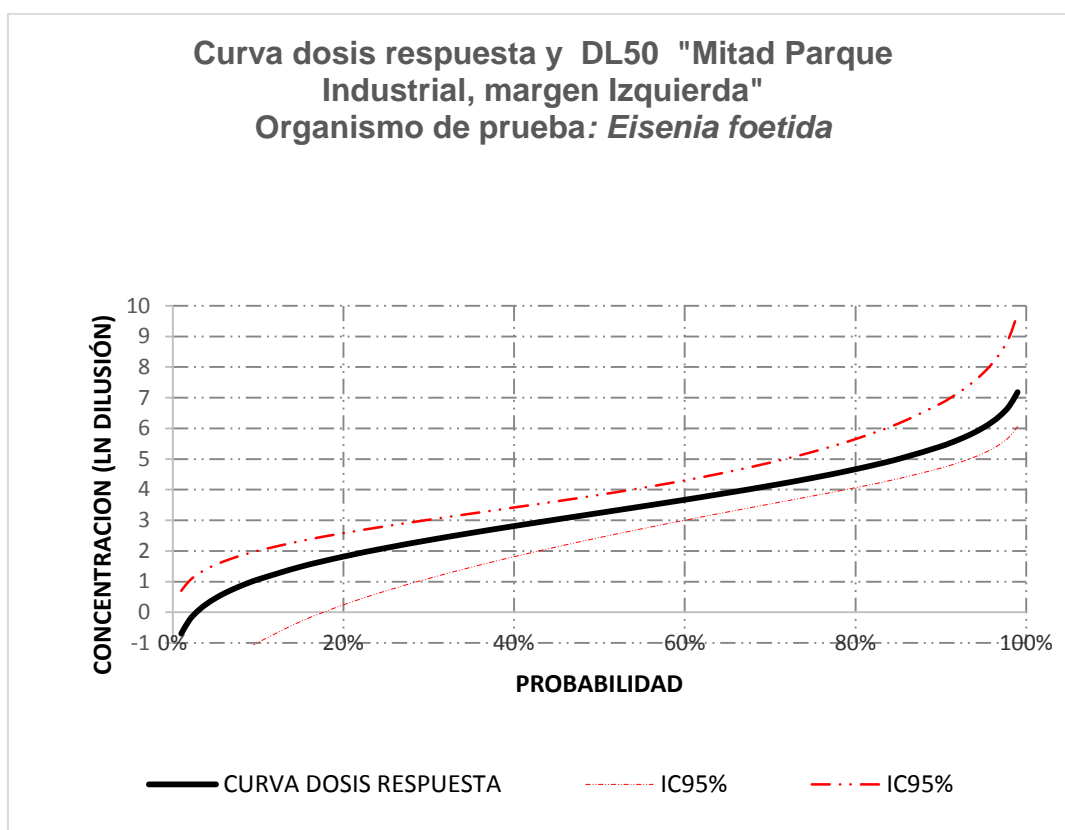


Figura 51: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en *Eisenia foetida*, "Mitad del Parque Industrial, margen Izquierda".

Fuente: Autor

4.5.6 CURVA DOSIS RESPUESTA Y DL50 "Mitad Parque Industrial, mitad del rio"

DL50 *Eisenia foetida*: 85,176

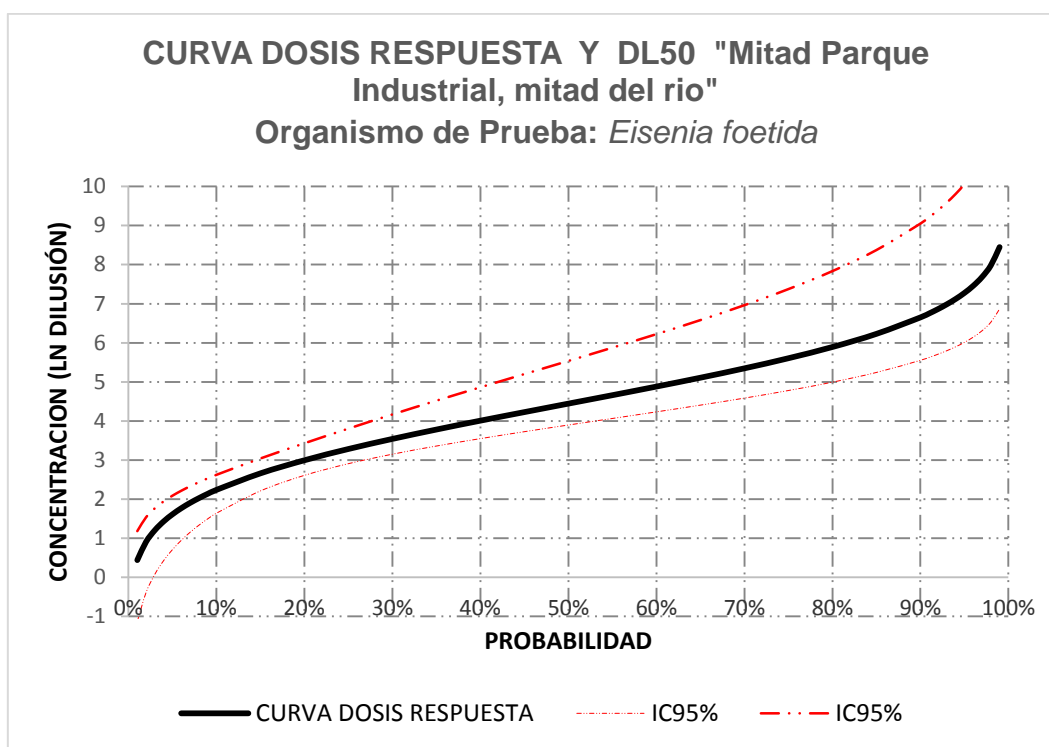


Figura 52: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en *Eisenia foetida* "Mitad Parque Industrial, mitad del rio".

Fuente: Autor.

4.5.7 Determinación de la DL50 muestra de sedimento "Inicio Parque Industrial, margen derecha"

DL 50 *Eisenia foetida*: 94,327

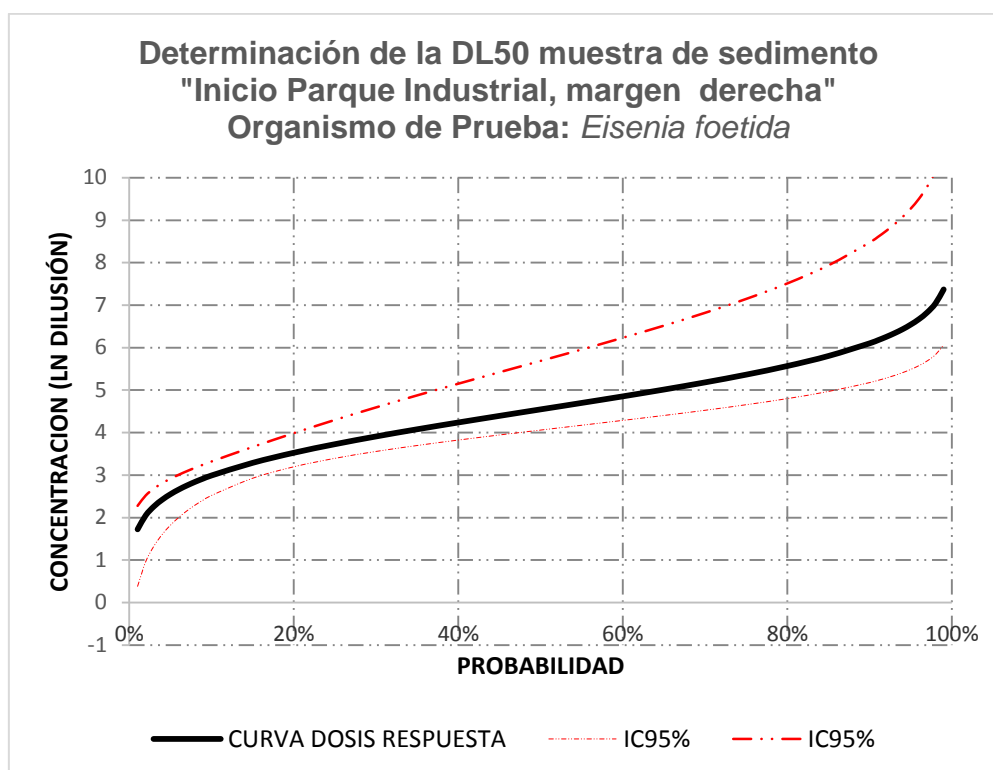


Figura 53: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en *Eisenia foetida*, "Inicio parque Industrial, margen derecha".

Fuente: Autor

4.5.8 Curva dosis respuesta y DL50 "Inicio Parque Industrial, mitad del río"

DL 50 *Eisenia foetida*: 74,657

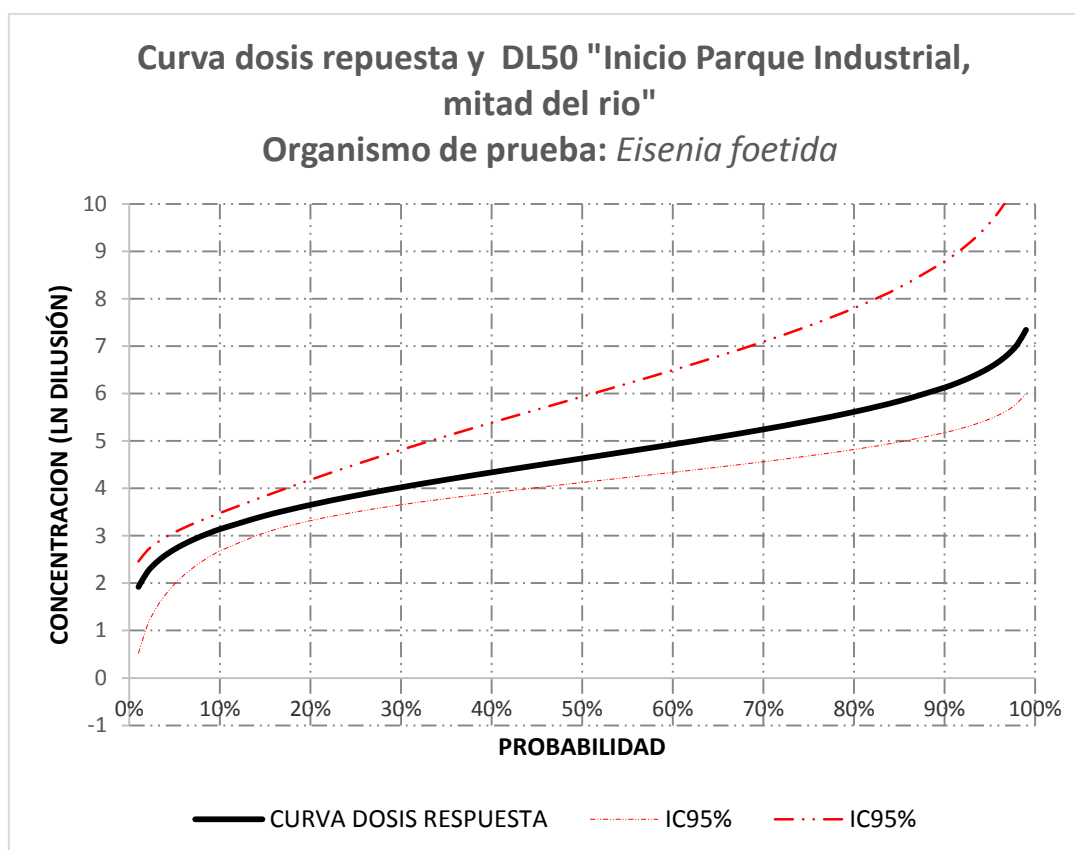


Figura 54: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en *Eisenia foetida*, "Inicio Parque Industrial, mitad del rio".

Fuente: Autor

4.5.9 Curva dosis respuesta y DL50 "Inicio Parque Industrial Izquierda"

DL 50 *Eisenia foetida*: 33,774

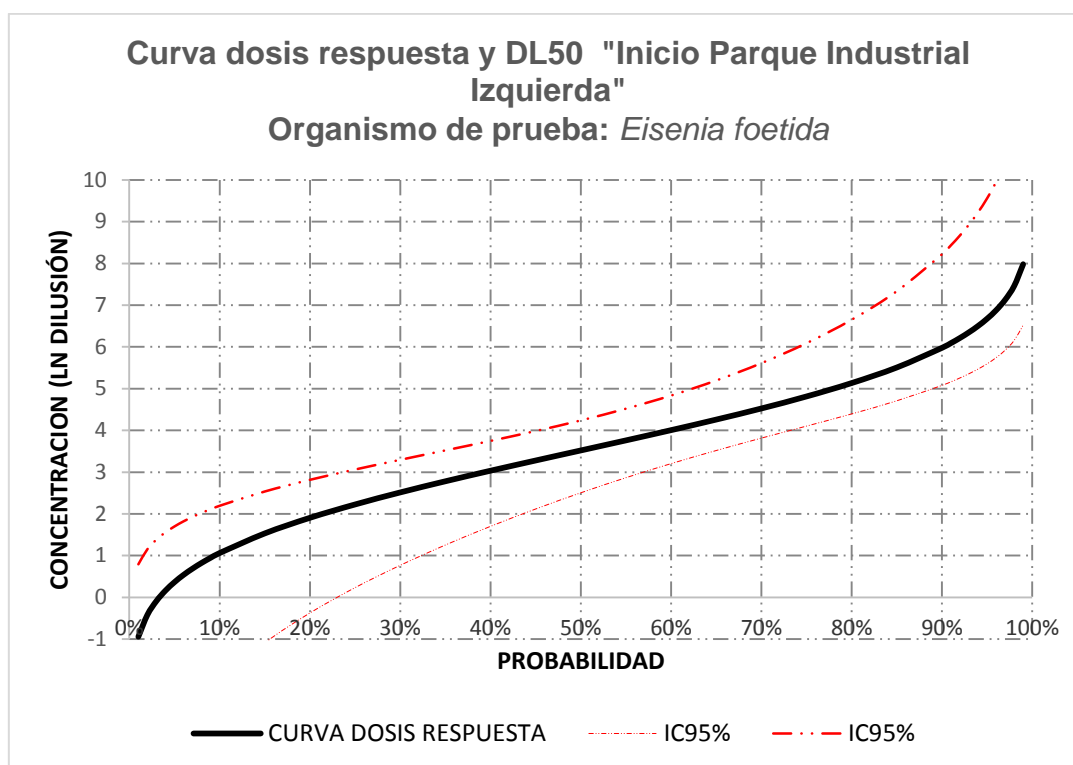


Figura 55: Curva Dosis Respuesta y DL 50 en *Eisenia foetida*, "Inicio Parque Industrial Izquierda".

Fuente: Autor.

ANEXO 7: CONCENTRACIÓN INHIBITORIA 50

ESPECIE: *Lactuca sativa*

Curva dosis respuesta y CI50 "Final Parque Industrial, margen derecha"

CI 50 LACTUCA SATIVA: 44.18

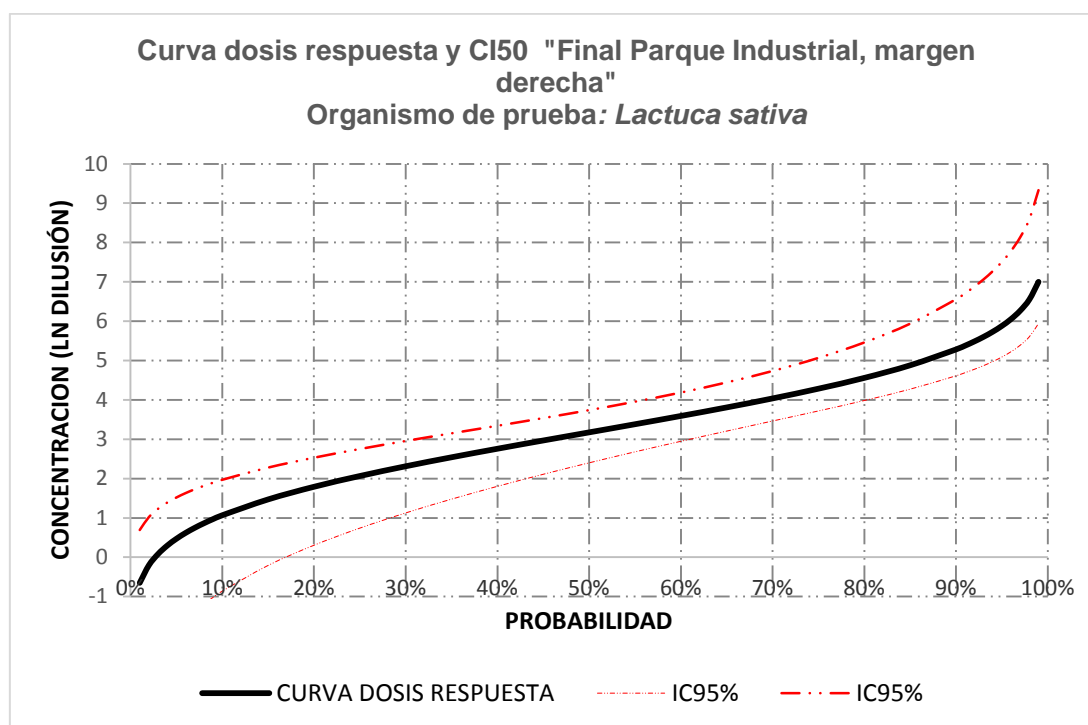


Figura 56: Curva dosis respuesta y CI50 en *Lactuca sativa*, "Final del Parque Industrial, margen derecha".

Fuente: Autor.

Curva dosis repuesta y CI50 "Final Parque Industrial, mitad del Rio"

CI 50 LACTUCA SATIVA: 49.150

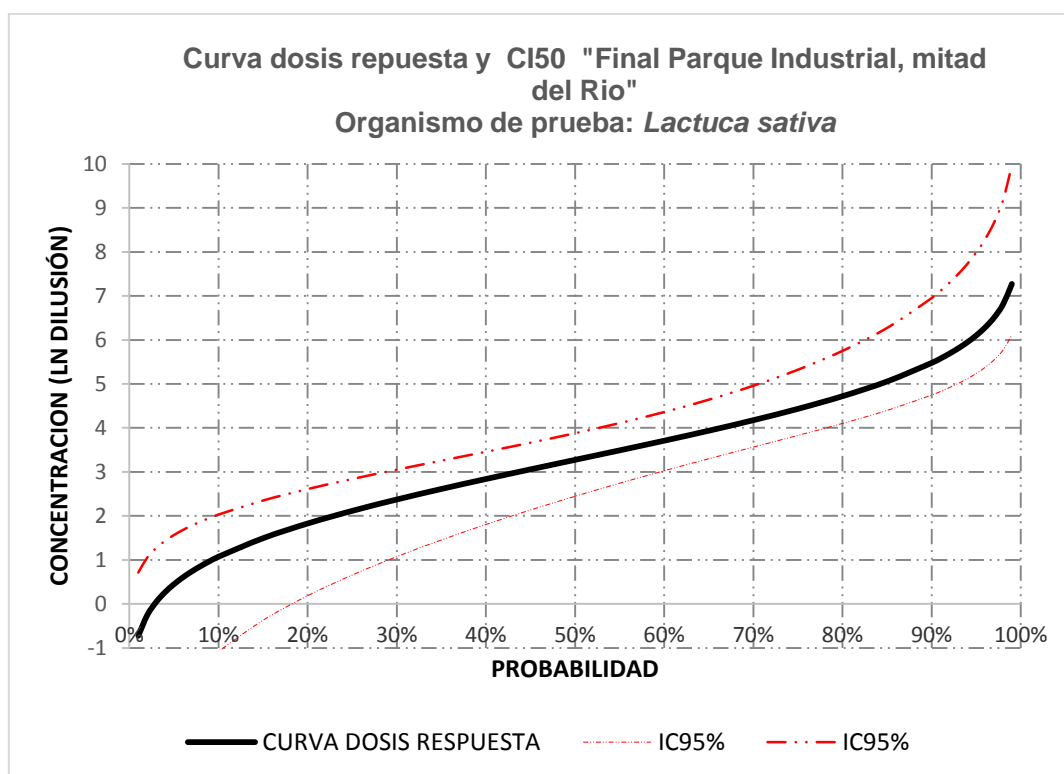


Figura 57: Curva dosis respuesta y CI50 en *Lactuca sativa*, en "Final Parque Industrial, mitad del rio".

Fuente: Autor

Curva dosis respuesta y CI50 "Final Parque Industrial, margen izquierda"

CI 50 *LACTUCA SATIVA*: 43.059

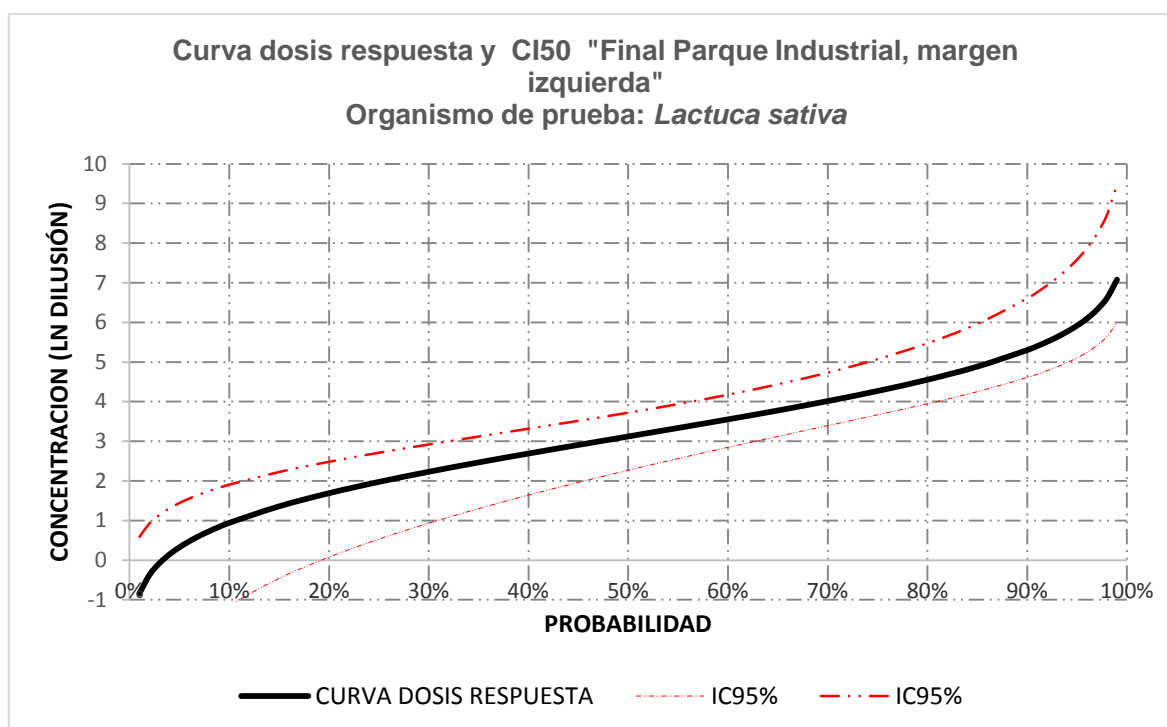


Figura 58: Curva dosis respuesta y CI50 en *Lactuca sativa*, Final Parque Industrial, margen izquierda".

Fuente: Autor.

Curva dosis repuesta y CI50 "Parte Media Parque Industrial, margen derecha"

CI 50 LACTUCA SATIVA: 57.18

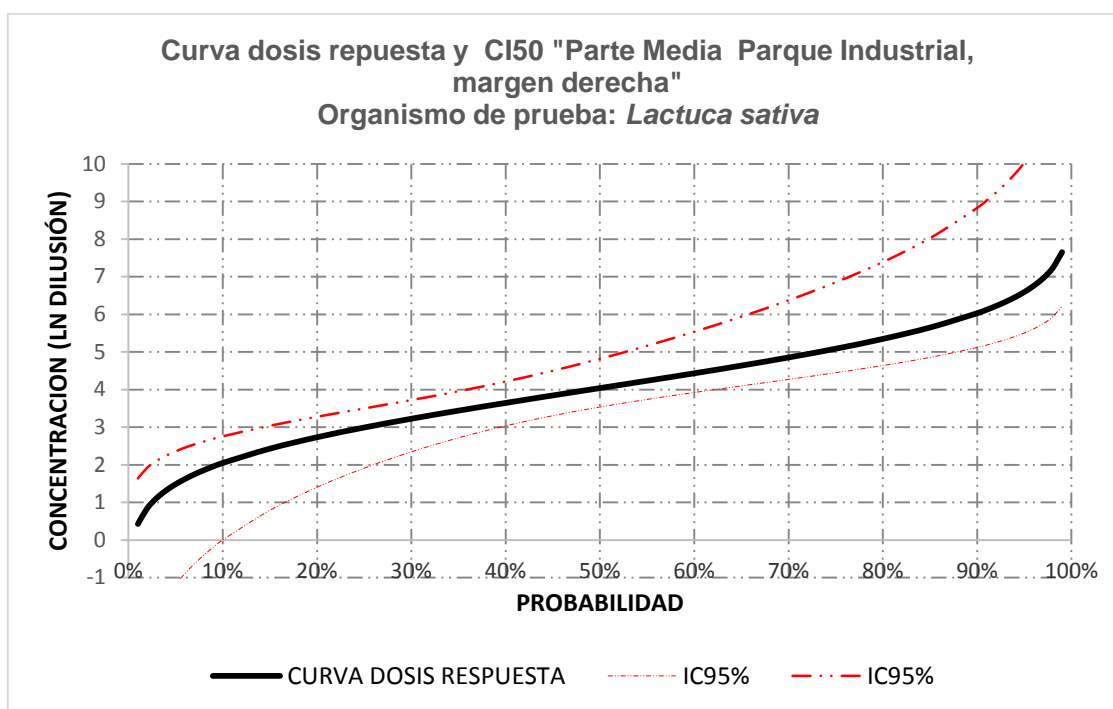


Figura 59: Curva dosis respuesta y CI50 en *Lactuca sativa*, "Parte media parque Industrial, margen derecha".

Fuente: Autor

Curva dosis respuesta y CI50 "Parte Media del Parque Industrial, margen Izquierda"

CI 50 *LACTUCA SATIVA*: 39,546

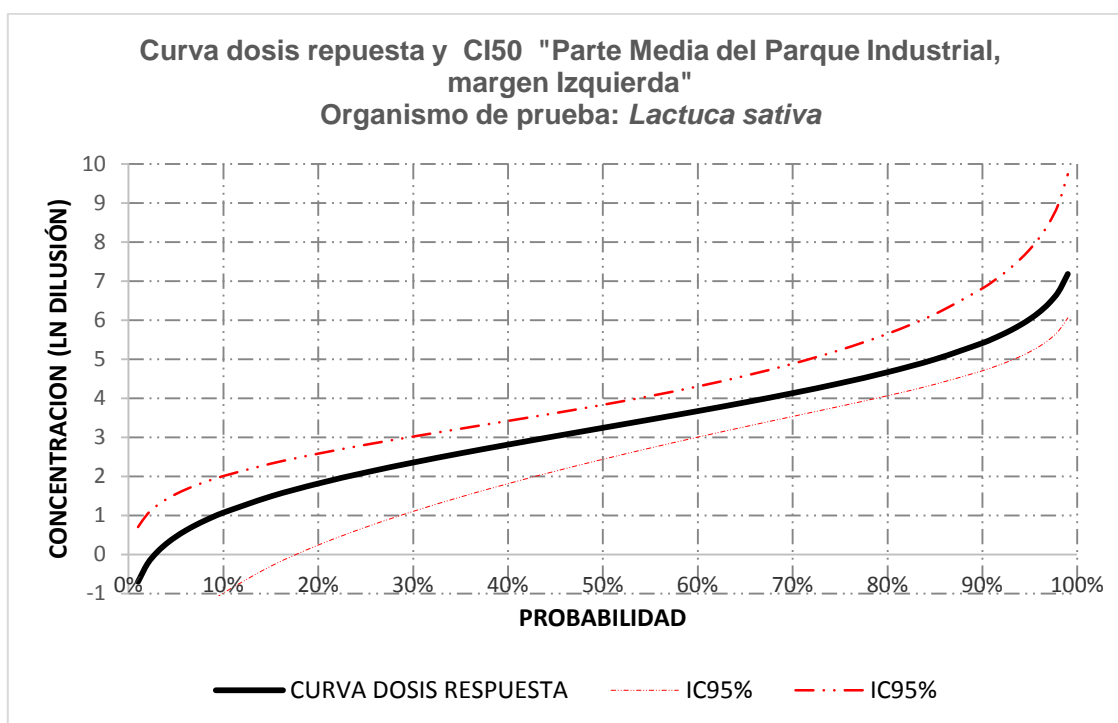


Figura 60: Curva dosis respuesta y CI50 en *Lactuca sativa*, "Parte media del Parque Industrial, margen Izquierda".

Fuente: Autor

Curva dosis respuesta y CI50 "Parte Media Parque Industrial, mitad del Rio"

CI 50 *LACTUCA SATIVA*: 114,33

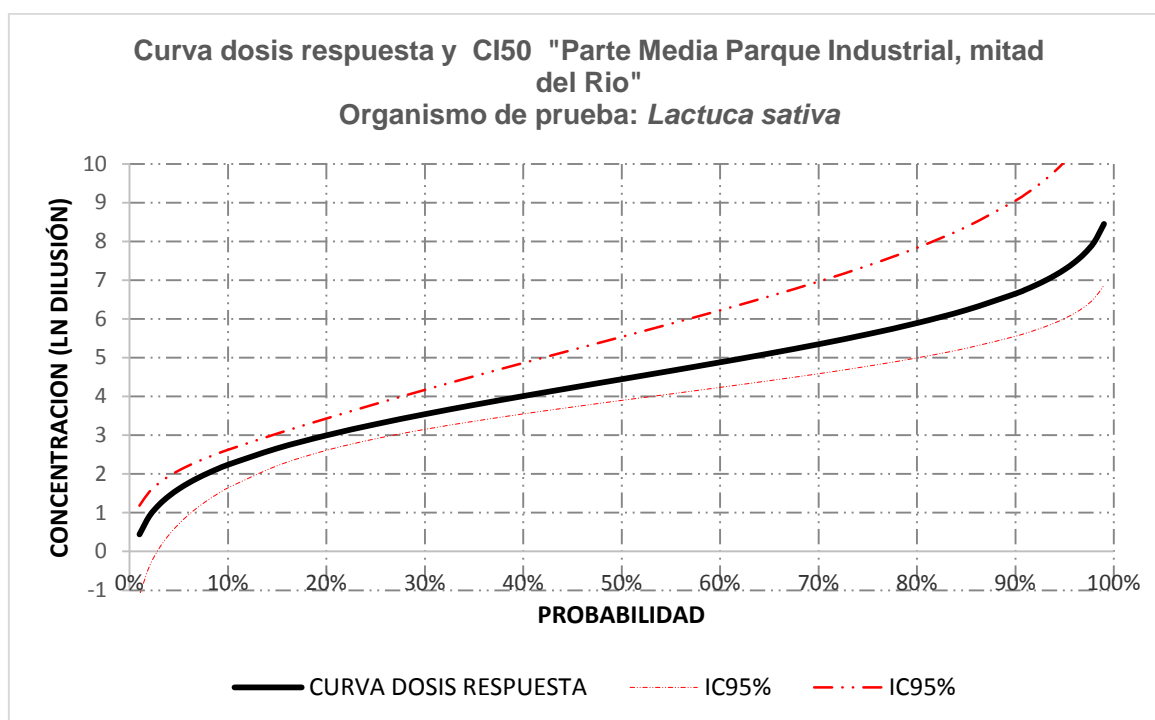


Figura 61: Curva dosis respuesta y CI50 en *Lactuca sativa*. "Parte media Parque Industrial, mitad del río".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CI50 "Inicio del Parque Industrial, margen derecha"

CI 50 LACTUCA SATIVA: 137,72

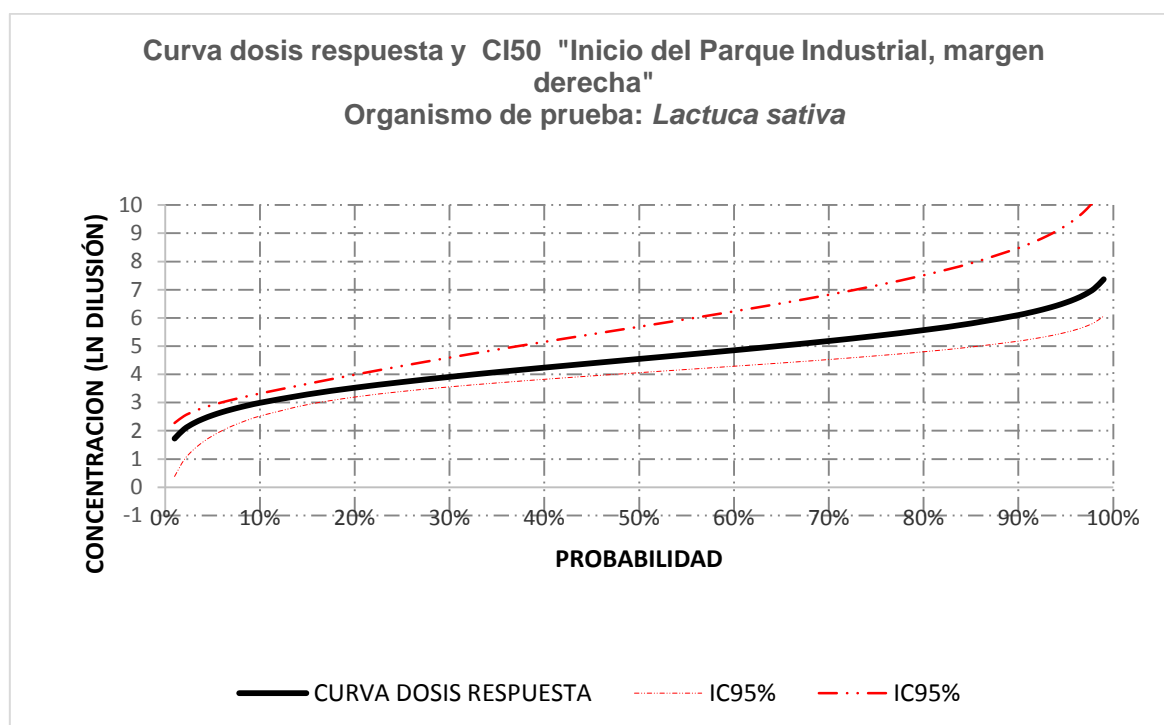


Figura 62: Curva dosis respuesta y CI50 en *Lactuca sativa*, "Inicio del Parque Industrial, margen derecha".

Fuente: Autor

Curva dosis respuesta y CI50 "Inicio del Parque Industrial, mitad del río"

CI 50 *LACTUCA SATIVA*: 72,045

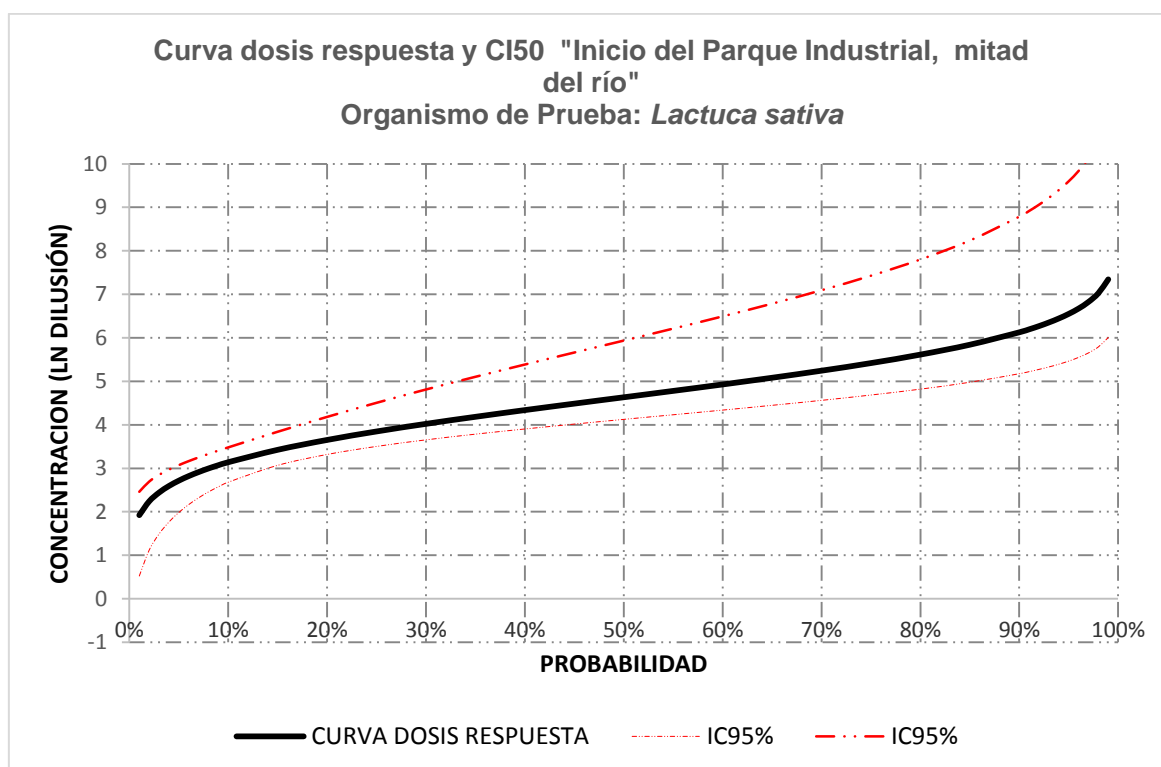


Figura 63: Curva dosis respuesta y CI50 en *Lactuca sativa*. "Inicio del Parque Industrial, mitad del río".

Fuente: Autor.

Determinación de la CI50 muestra de "Inicio del Parque Industrial, margen Izquierda"

CI 50 LACTUCA SATIVA: 36,791

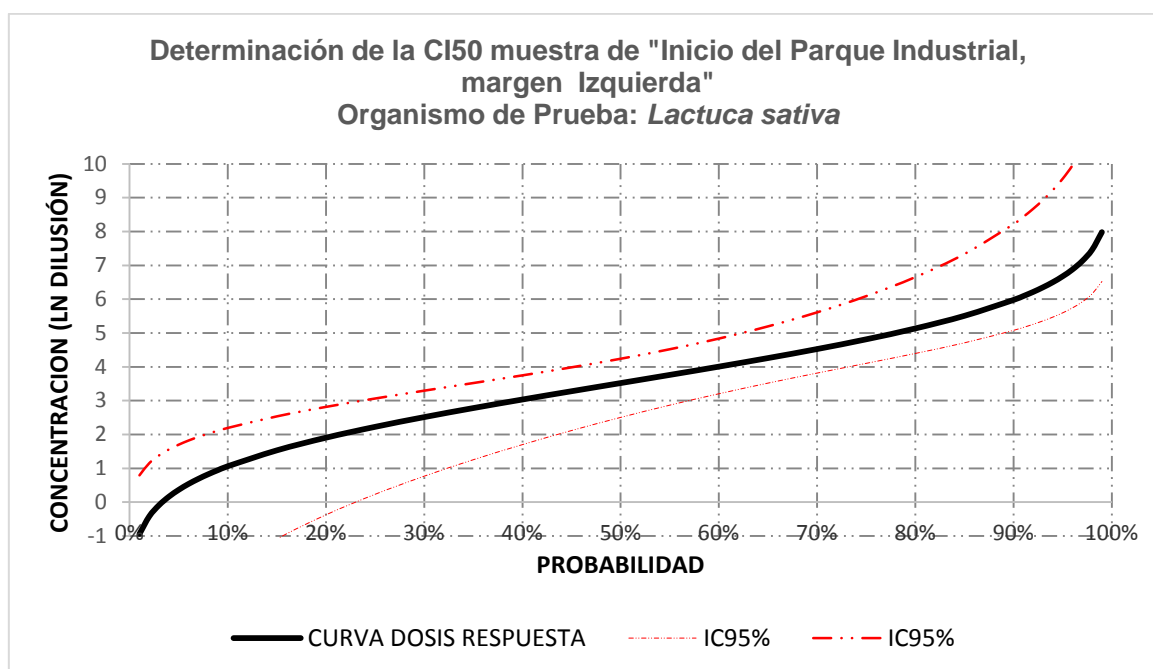


Figura 64: Curva dosis respuesta y CI50 en *Lactuca sativa* "Inicio del parque Industrial, margen Izquierda".

Fuente: Autor.

ESPECIE: *Zea mays*

Curva dosis respuesta y CI50 "Final de Parque Industrial margen derecha del río Machángara"

CI 50 ZEA MAYZ: 52.818

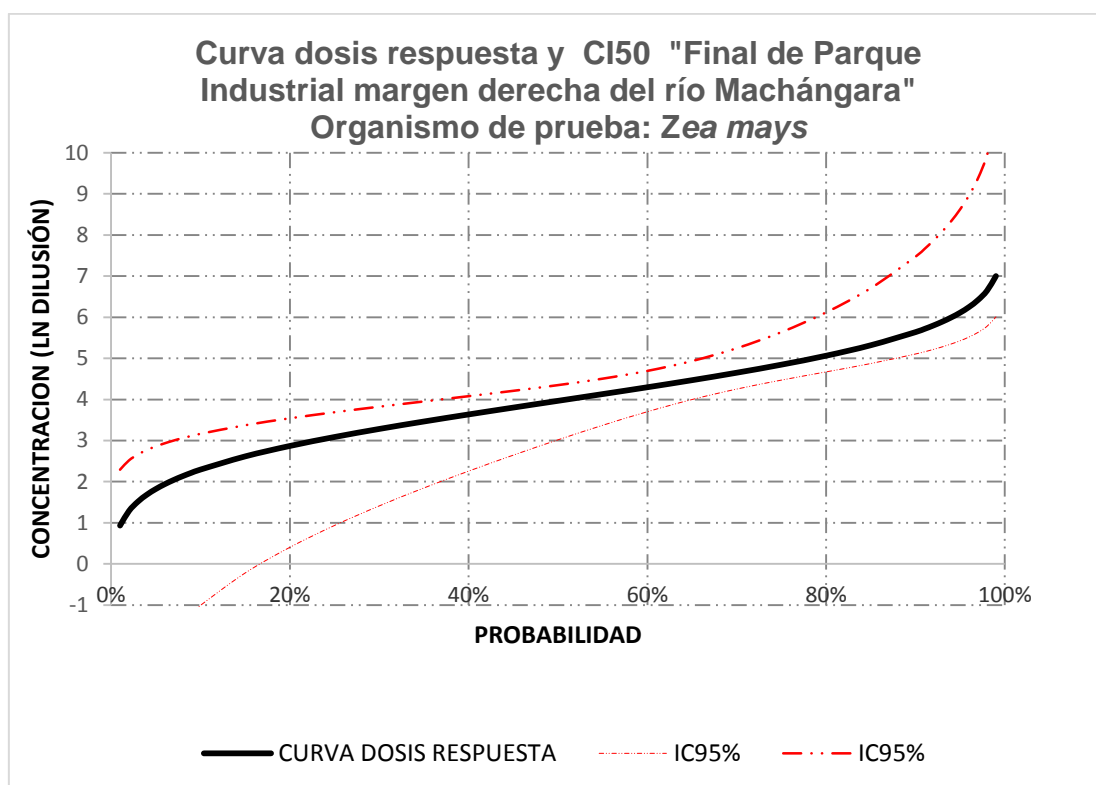


Figura 65: Curva dosis respuesta y CI50 en *Zea mays* "Final de Parque Industrial, margen derecha del río Machángara"

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CI50 "Final del Parque Industrial, mitad del río Machángara".

CI 50 ZEA MAYZ: 46,01

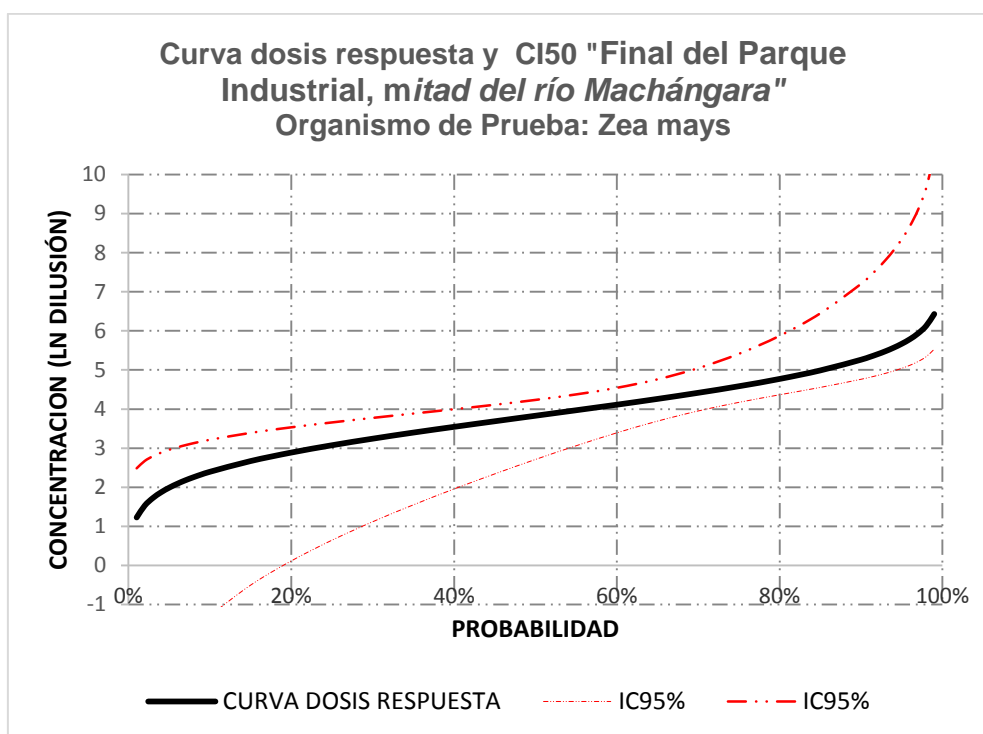


Figura 66: Curva dosis respuesta y CI50 en *Zea mays*, "Final del Parque Industrial, mitad del río Machángara".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta CI50 "Final del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara"

CI 50 ZEA MAYZ: 46,855

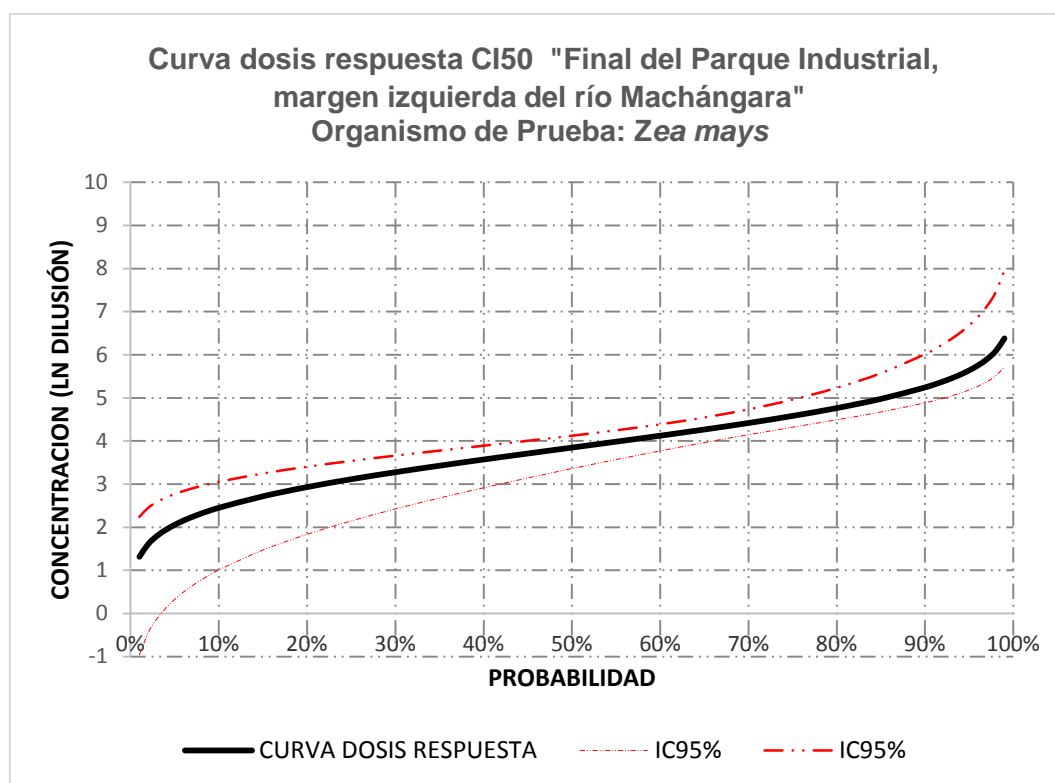


Figura 67: Curva dosis respuesta y CI50 en *Zea mays* "Final del Parque Industrial, margen izquierda del Río Machángara".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CL50 "Parte media de Parque Industrial, margen derecha del río Machángara".

CI 50 ZEA MAYZ: 61,244

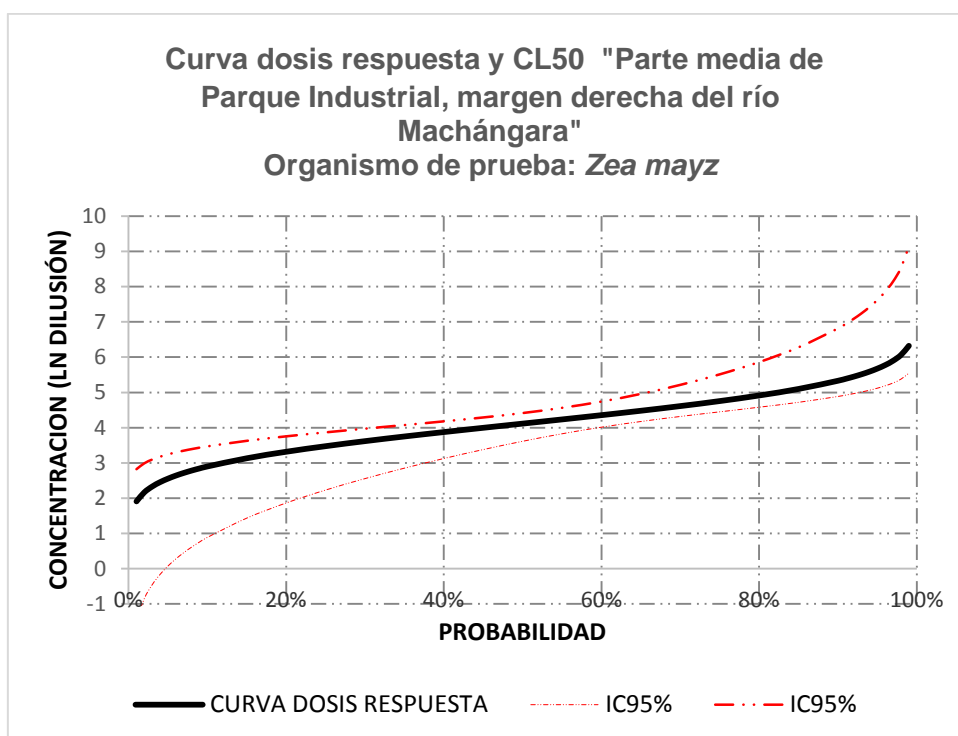


Figura 68: Curva dosis respuesta y CI50 en *Zea mays*, "Parte media del Parque Industrial, margen derecha del río Machángara".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta CI 50 muestra de "Parte media de Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara"

CI 50 ZEA MAYZ: 59,119

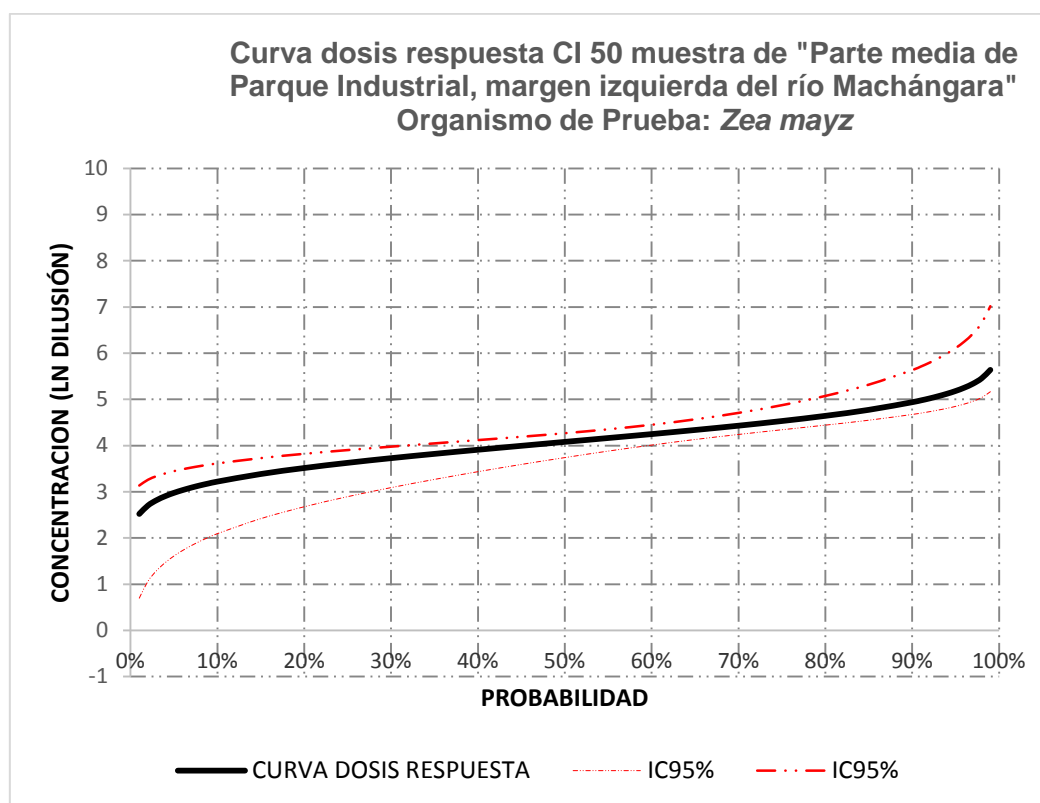


Figura 69: Curva dosis respuesta y CI50 en Zea mays, "Parte media de Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara"

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CI50 Parte media del "Parque Industrial mitad del río"

CI 50 ZEA MAYZ: 90,756

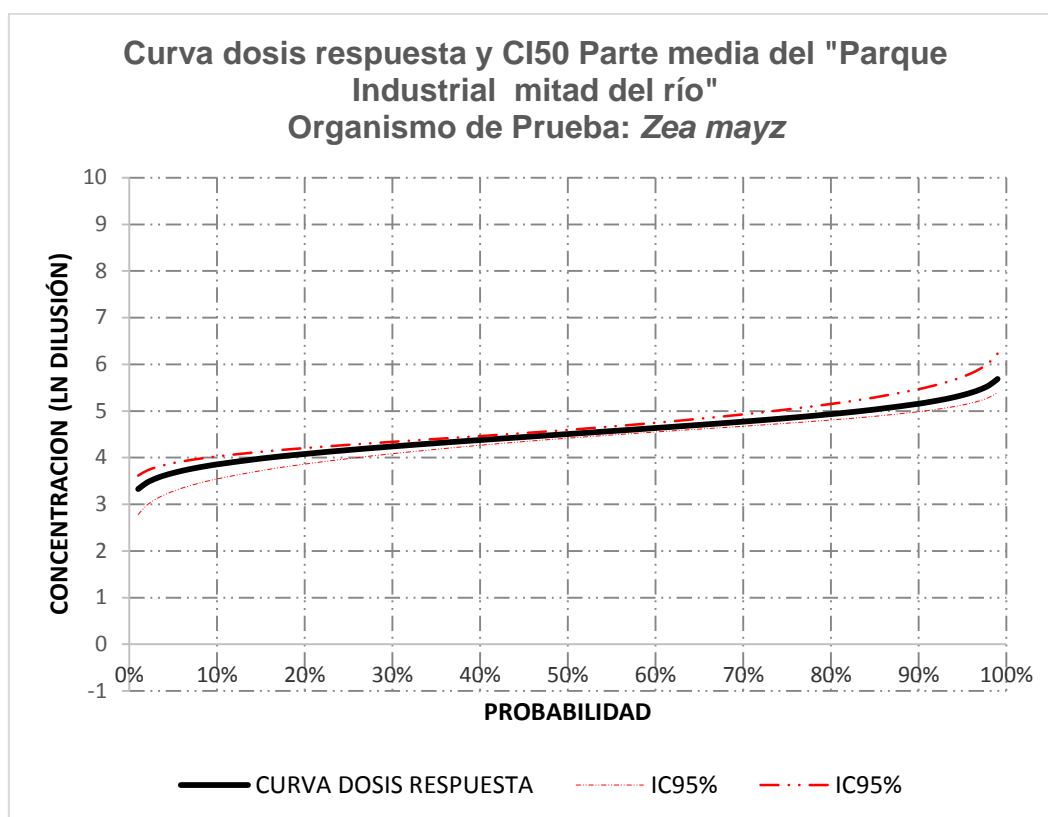


Figura 70: Curva dosis respuesta y CI50 en Zea mays, "Parque Industrial mitad del río".

Fuente: Autor

Curva dosis respuesta y CI50 Parte media del "Inicio del Parque Industrial, margen derecha del río Machángara".

CI 50 ZEA MAYZ: 72,929

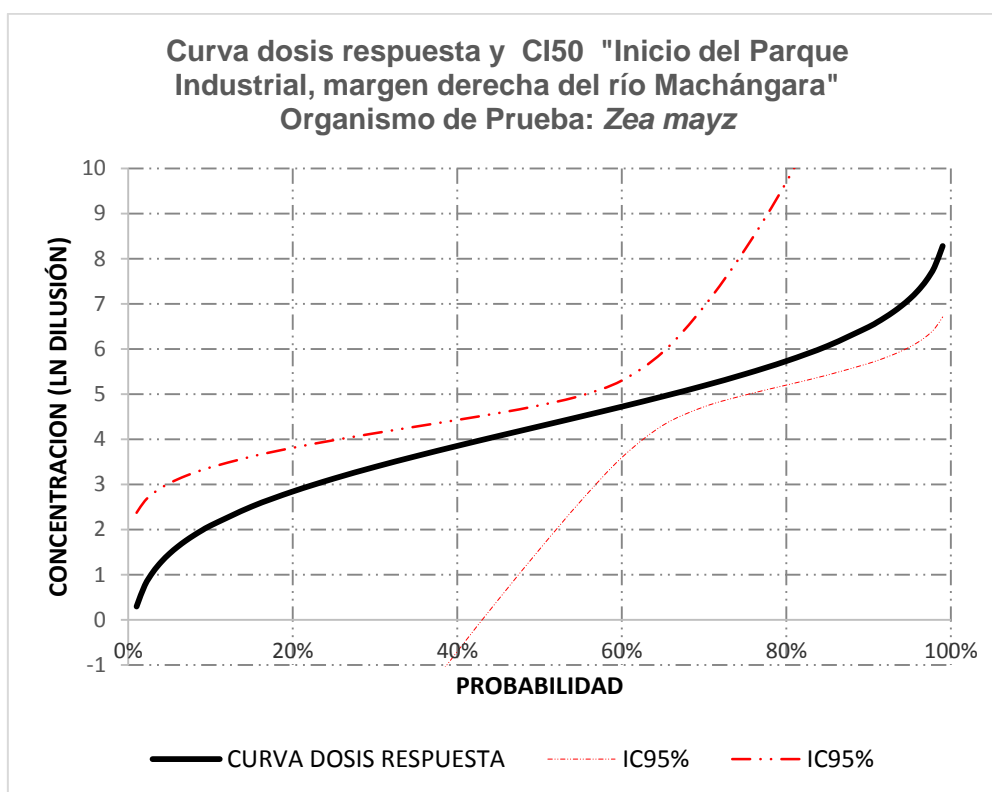


Figura 71: Curva dosis respuesta y CI50 en Zea mays, Parte media del "Inicio del Parque Industrial, margen derecha del río Machángara".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CI50 "Inicio del Parque Industrial mitad del río Machángara"

CI 50 ZEA MAYZ: 68,307

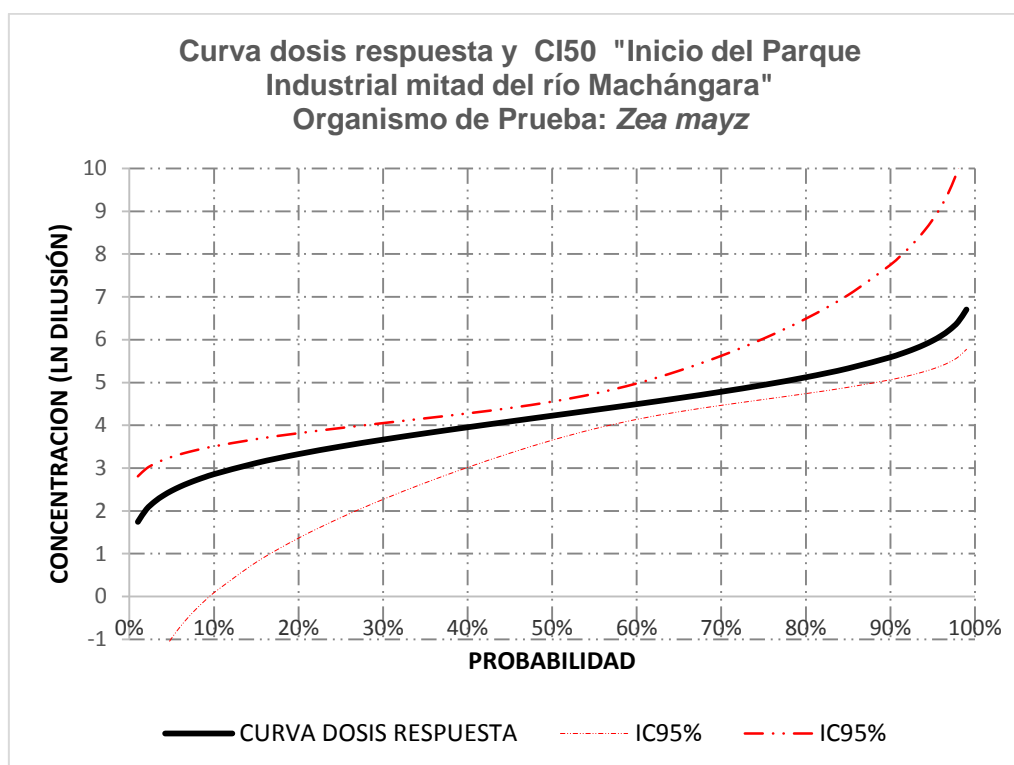


Figura 72: Curva dosis respuesta y CI50 en Zea mays, en "Inicio del Parque Industrial mitad del río Machángara".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CI50 "Inicio del Parque Industrial margen izquierda"

CI 50 ZEA MAYZ: 46,405

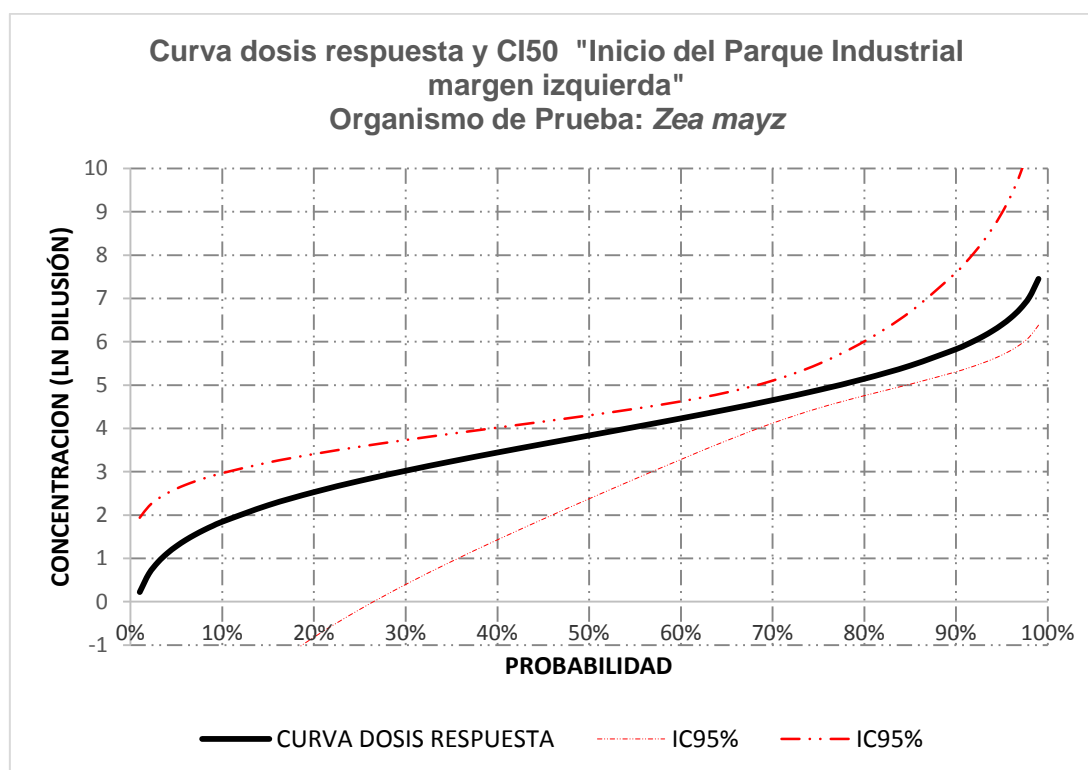


Figura 73: Curva dosis respuesta y CI50 en Zea mays, "Inicio del Parque Industrial margen izquierda".

Fuente: Autor.

ESPECIE: *Phaseolus vulgaris*

**Curva dosis respuesta y CI50 final del Parque Industrial, margen derecha del río
Machángara**

CI 50 PHASEOLUS VULGARIS: 52,18

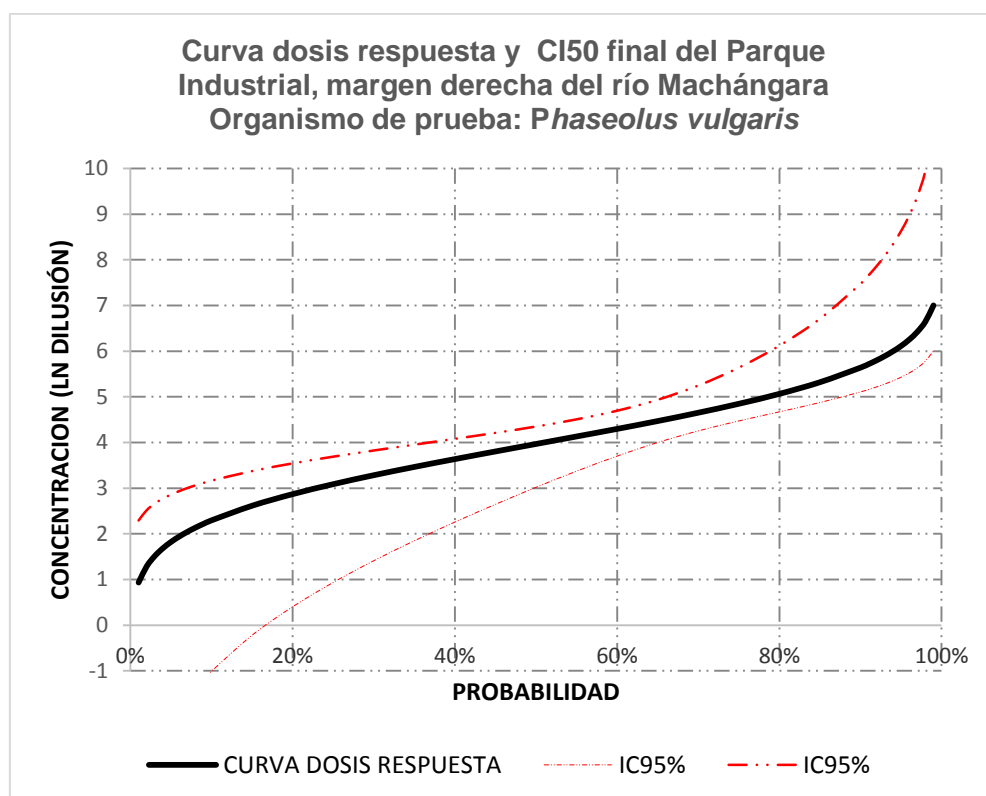


Figura 74: Curva dosis respuesta y CI50 en *Phaseolus vulgaris*, "Final del Parque Industrial, margen derecha del río Machángara".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CI50 final del Parque Industrial, mitad del río Machángara

CI 50 *PHASEOLUS VULGARIS*: 53,42

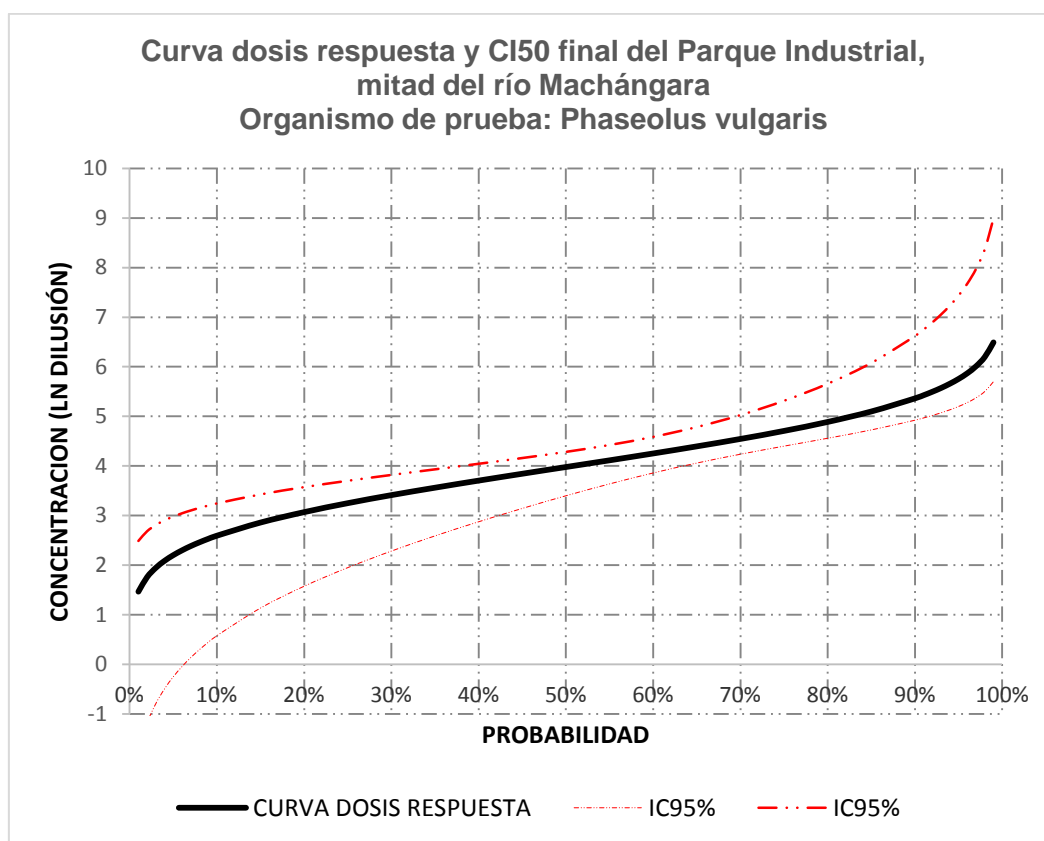


Figura 75: Curva dosis respuesta y CI50 en Phaseolus vulgaris, "Final del Parque Industrial, mitad del Machángara".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CI50, final del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara

CI 50 PHASEOLUS VULGARIS: 46,855

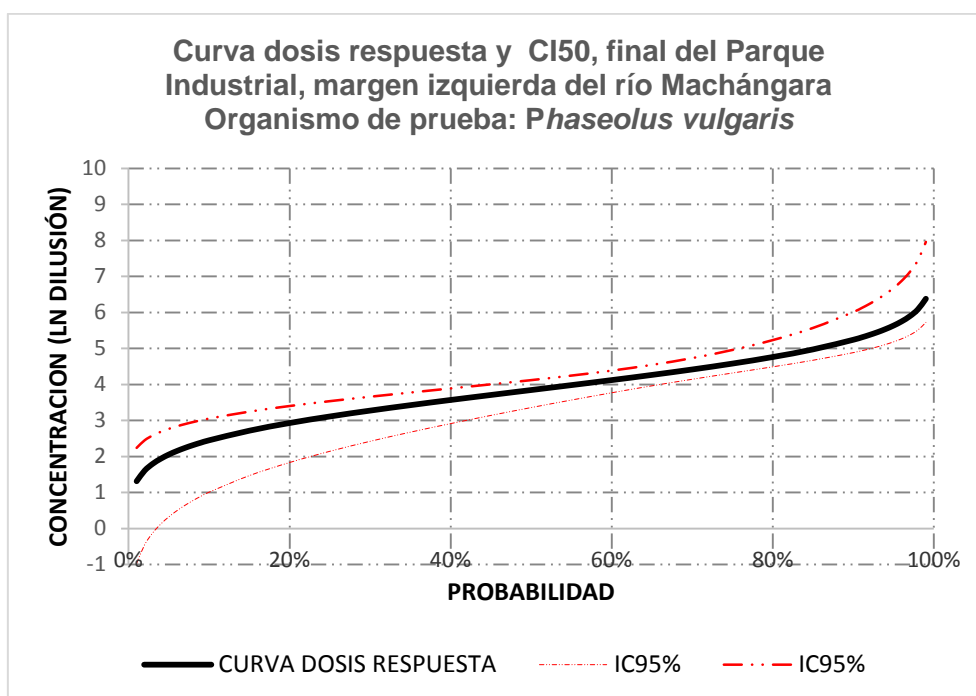


Figura 76: Curva dosis respuesta y CI50 en *Phaseolus vulgaris*, "Final del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara"

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CI50 parte media del parque industrial, margen derecha del río Machángara

CI 50 *PHASEOLUS VULGARIS*: 64,93

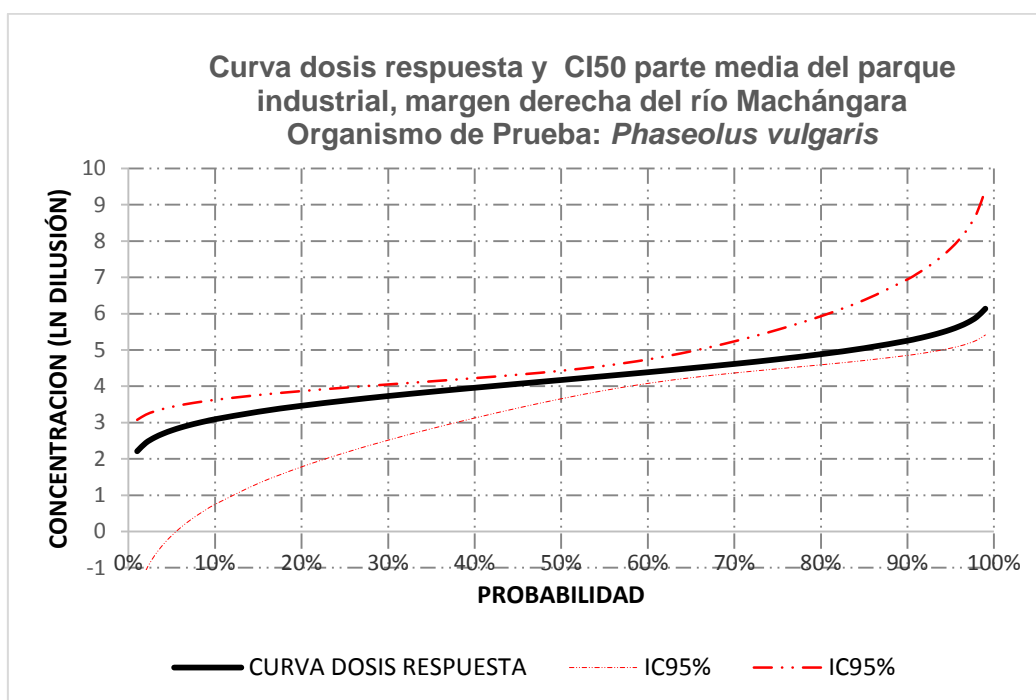


Figura 77: Curva dosis respuesta y CI50 en *Phaseolus vulgaris*, "Parte media del parque industrial, margen derecha del río Machángara".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta CI50 parte media del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara.

CI 50 *PHASEOLUS VULGARIS*: 58,11

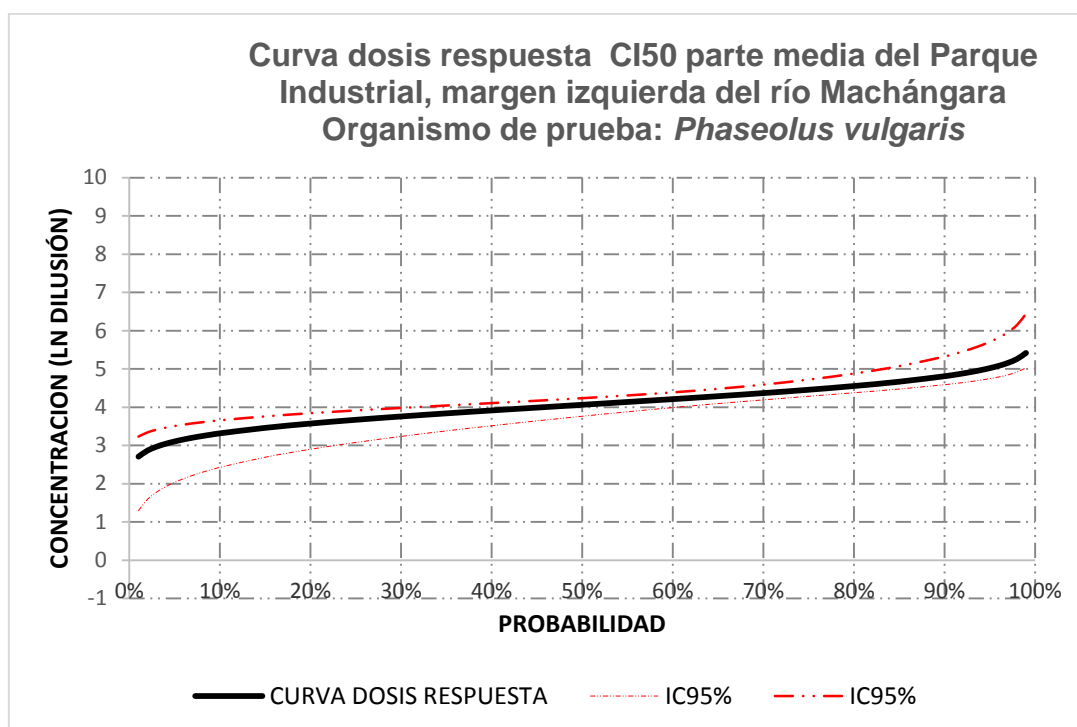


Figura 78: Curva dosis respuesta y CI50 en *Phaseolus vulgaris*, "Parte media del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara".

Fuente: Autor

Curva dosis respuesta y CI50 parte media del Parque Industrial, mitad del río Machángara.

CI 50 *PHASEOLUS VULGARIS*: 58,17

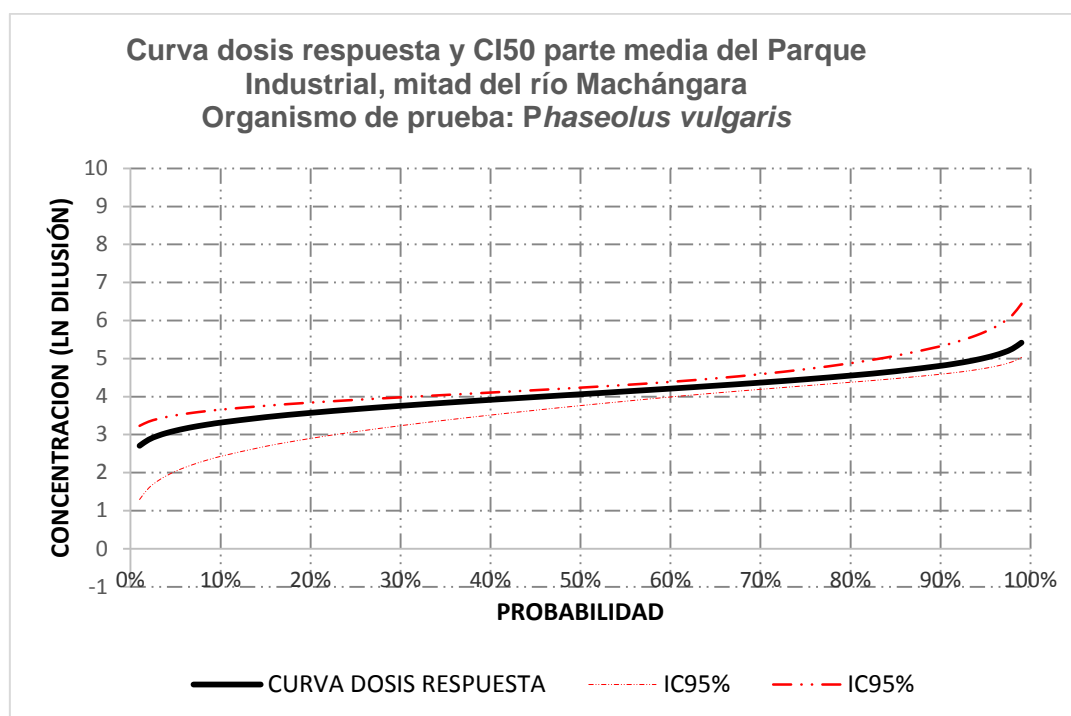


Figura 79: Curva dosis respuesta y CI50 en *Phaseolus vulgaris*, "Parte media del Parque Industrial, mitad del río Machángara".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CI50 parte media del Parque Industrial, mitad del río Machángara

CI 50 *Phaseolus vulgaris*: 72,09

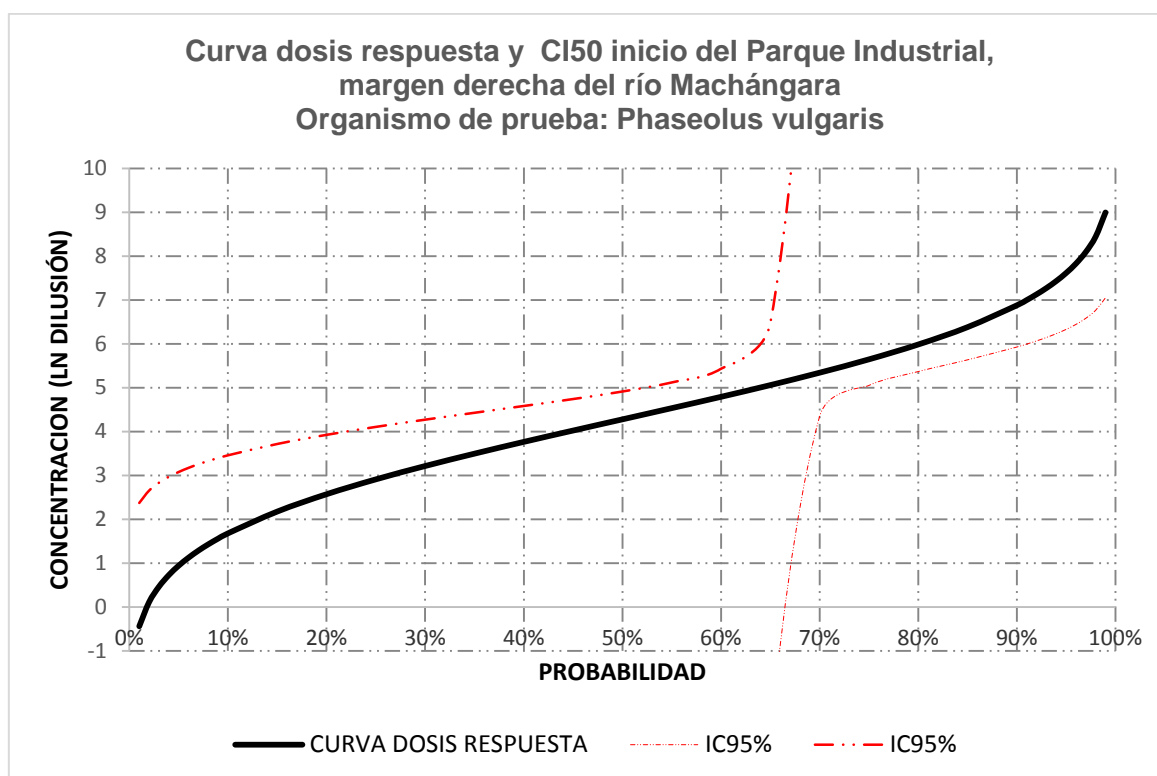


Figura 80: Curva dosis respuesta y CI50 en *Phaseolus vulgaris*, "Inicio del Parque industrial, mitad del río Machángara".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CI50 inicio del Parque Industrial, mitad del río Machángara.

CI 50 *Phaseolus vulgaris*: 71,28

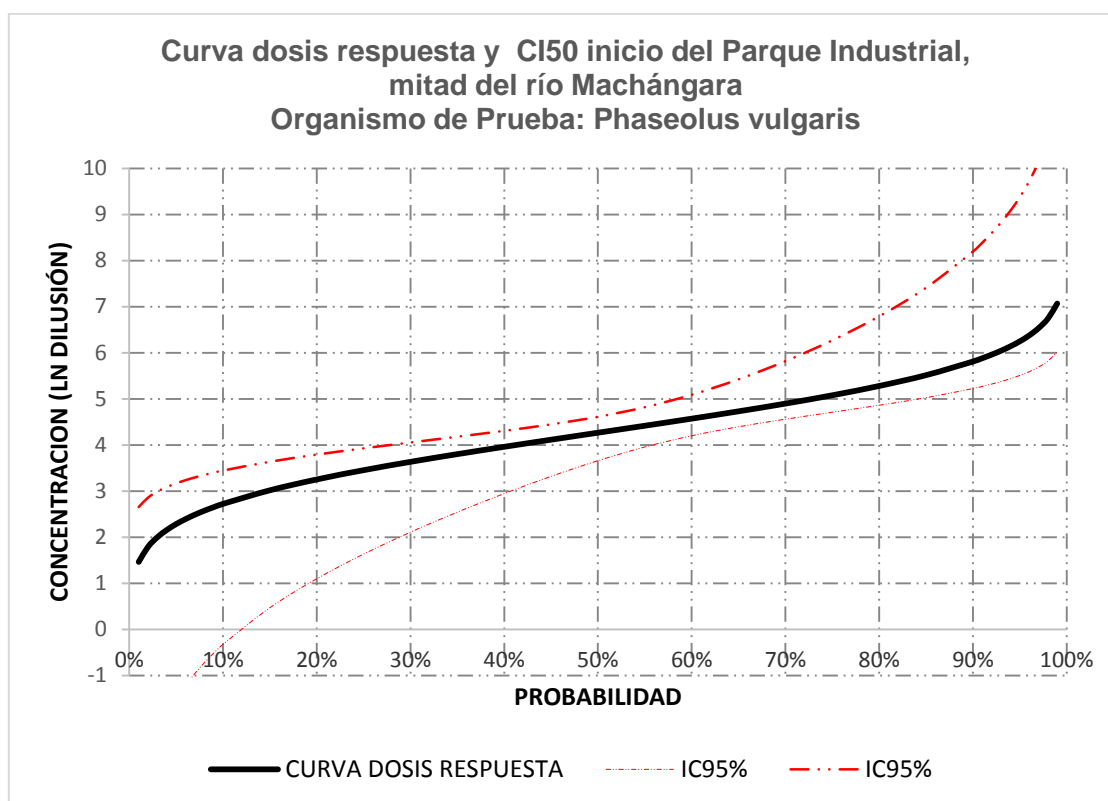


Figura 81: Curva dosis respuesta y CI50 en *Phaseolus vulgaris*, "Inicio del parque Industrial, mitad del río Machángara".

Fuente: Autor.

Curva dosis respuesta y CI50 inicio del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara.

CI 50 *Phaseolus vulgaris*: 44,68

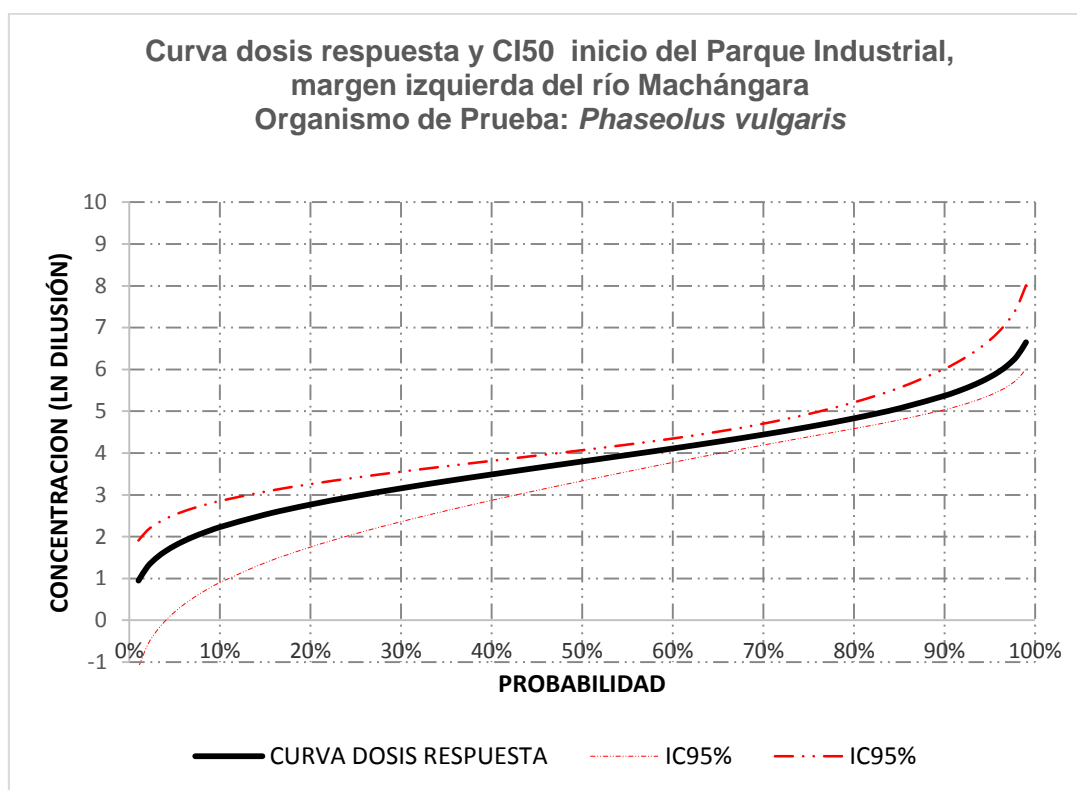


Figura 82: Curva dosis respuesta y CI50 en *Phaseolus vulgaris*, "Inicio del Parque Industrial, margen izquierda del río Machángara".

Fuente: Autor

ANEXO 8: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN ENTRE LAS TRES ESPECIES: Lactuca sativa, Zea mays y Phaseolus vulgaris, CONSIDERANDO: ESPECIE, CONCENTRACIÓN DEL SEDIMENTO Y LUGAR.

Tabla 45: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN ENTRE LAS TRES ESPECIES: Lactuca sativa, Zea mays y Phaseolus vulgaris EN RELACIÓN AL LUGAR, Y CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTO (100%-25%).

Fuente: Autor.

	Lactuca sativa	Zea mays	Phaseolus vulgaris	Lactuca sativa	Zea mays	Phaseolus vulgaris	Lactuca sativa	Zea mays	Phaseolus vulgaris
Lugar	%In. 100% Con.	%In. 100% Con.	%In. 100% Con.	%In. 50% Con.	%In. 50% Con.	%In. 50% Con.	%In. 25% Con.	%In. 25% Con.	%In. 25% Con.
Final de Parque Industrial margen derecha.	70	70	70	50	60	60	36.67	33.3	33.3
Final de Parque Industrial mitad del río.	73.34	73.3	73.3	46.67	70	60	36.67	26.6	26.7
Final de Parque Industrial margen izquierda.	73.34	80	80	53.34	56.6	56	40	40	40
Parte Media del Parque Industrial margen derecha.	53.34	76.6	76.6	53.34	40	40	40	30	26.6
Parte Media del Parque Industrial margen izquierda.	66.67	83.3	86.6	56.67	50	50	43.4	26.6	26.6

Parte Media del Parque Industrial mitad del río.	40	66.6	63.3	46.7	30	30	36.7	23.3	23.3
Inicio del Parque Industrial margen derecha	36.7	63.3	60	20	36.6	36.6	36.7	30	30
Inicio del Parque Industrial mitad del río.	46.6	70	66.6	50	46.6	46.6	43.4	26.6	26.6
Inicio del Parque Industrial margen izquierdo	70	70	76.6	63.4	56.6	60	40	40	40

Tabla 46: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN ENTRE LAS TRES ESPECIES: Lactuca sativa, Zea mays y Phaseolus vulgaris EN RELACIÓN AL LUGAR, Y CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTO (12.5%-6.25%).

Fuente: Autor.

	Lactuca sativa	Zea mays	Phaseolus vulgaris	Lactuca sativa	Zea mays	Phaseolus vulgaris
Lugar	%In 12,5% Con.	%In 12,5% Con.	%In 12,5% Con.	%In 6,25% Con.	%In 6,25% Con.	%In 6,25% Con.
Final de Parque Industrial margen derecha.	23.4	23.3	23.3	10	16.6	16.6
Final de Parque Industrial mitad del río.	20	23.3	23.3	10	13.3	13.3



Final de Parque Industrial margen izquierda.	23.4	23.3	23.3	13.4	16.6	16.6
Parte Media del Parque Industrial margen derecha.	23.40	16.6	20	13.40	10	10
Parte Media del Parque Industrial margen izquierda.	26.7	26.6	26.6	13.4	13.3	13.3
Parte Media del Parque Industrial mitad del rio.	23.4	23.3	23.3	13.4	16.6	16.6

ANEXO 9: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAÍZ CONSIDERANDO: ESPECIE, CONCENTRACIÓN DEL SEDIMENTO Y LUGAR.

ESPECIE: *Lactuca sativa*

Lugar	Concentración %				
	100%	50%	25%	12.5%	6.25%
	Longitud de la inhibición de la raíz (mm)				
Final de Parque Industrial margen derecha.	2,29	1,97	1,63	1,28	,93
Final de Parque Industrial mitad del río.	2,08	2,01	1,66	1,33	,95
Final de Parque Industrial margen izquierda.	2,18	1,98	1,66	1,30	,95
Parte Media del Parque Industrial margen derecha.	1,97	1,77	1,45	1,09	,74
Parte Media del Parque Industrial margen izquierda.	2,16	1,95	1,67	1,35	1,04
Parte Media del Parque Industrial mitad del río.	1,70	1,48	1,20	,88	,57
Inicio del Parque Industrial margen derecha	2,01	1,69	1,35	1,00	,65

Inicio del Parque Industrial mitad del río.	2,11	1,79	1,45	1,10	,75
Inicio del Parque Industrial margen izquierdo	2,18	2,05	1,92	1,79	1,66

ESPECIE: Zea mays

Lugar	Concentración %				
	100%	50%	25%	12.5%	6.25%
	Longitud de la inhibición de la raíz (mm)				
Final de Parque Industrial margen derecha.	10,04	7,89	5,00	2,69	,98
Final de Parque Industrial mitad del río.	10,04	7,89	5,00	2,69	,98
Final de Parque Industrial margen izquierda.	10,04	7,89	5,00	2,69	,98
Parte Media del Parque Industrial margen derecha.	6,75	3,75	2,75	1,75	,75
Parte Media del Parque Industrial margen izquierda.	10,04	7,89	5,00	2,69	,98

Parte Media del Parque Industrial mitad del río.	4,73	3,74	2,72	1,71	,70
Inicio del Parque Industrial margen derecha	4,73	3,74	2,72	1,71	,70
Inicio del Parque Industrial mitad del río.	6,75	3,75	2,75	1,75	,75
Inicio del Parque Industrial margen izquierdo	10,04	7,89	5,00	2,69	,98

ESPECIE: *Phaseolus vulgaris*

Lugar	Concentración %				
	100%	50%	25%	12.5%	6.25%
	Longitud de la inhibición de la raíz (mm)				
Final de Parque Industrial margen derecha.	2,06	1,66	1,20	,94	,66
Final de Parque Industrial mitad del río.	1,92	1,55	1,12	,87	,61

Final de Parque Industrial margen izquierda.	3,50	3,11	2,34	,64	,33
Parte Media del Parque Industrial margen derecha.	2,09	1,69	1,22	,95	,67
Parte Media del Parque Industrial margen izquierda.	2,11	1,12	,95	,65	,13
Parte Media del Parque Industrial mitad del rio.	2,11	1,12	,95	,65	,13
Inicio del Parque Industrial margen derecha	3,30	2,94	2,20	,60	,32
Inicio del Parque Industrial mitad del rio.	1,74	1,41	1,02	,80	,56
Inicio del Parque Industrial margen izquierdo	1,59	1,15	,90	,63	

Tabla 47: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAIZ, ENTRE LAS ESPECIES LACTUCA SATIVA, ZEA MAYS Y PHASEOLUS VULGARIS, EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACION DE SEDIMENTO Y LUGAR. (100%-25%).

Fuente: Autor.

	Lactuca sativa	Zea mays	Phaseolus vulgaris	Lactuca sativa	Zea mays	Phaseolus vulgaris	Lactuca sativa	Zea mays	Phaseolus vulgaris

Lugar	%In. 100% Con.	%In. 100% Con.	%In. 100% Con.	. %In 50% Con.	%In 50% Con.	%In 50% Con.	%In 25% Con.	%In 25% Con.	%In 25% Con.
Final de Parque Industrial margen derecha.	51,3	47,5	29,8	44	37,39	24	36,5	23,6	17,3
Final de Parque Industrial mitad del río.	47,5	46,2	26,6	45,9	36,3	21,5	37,9	23	15,5
Final de Parque Industrial margen izquierda.	49,32	47,9	52,2	44,7	37,6	46,4	37,5	23,8	34,9
Parte Media del Parque Industrial margen derecha.	45,4	33,4	29,8	40	18,5	24,4	33,4	13,6	17,4
Parte Media del Parque Industrial margen izquierda.	49,5	48,3	28,9	44,7	38	15,3	38,3	24	13%
Parte Media del Parque Industrial mitad del rio.	39,2	23,6	31,3	34,1	18,7	18	27,7	13,6	14,1
Inicio del Parque Industrial margen	45	24,6	46,4	37,8	19,4	41,4	30,26	14,16	30,9

derecha									
Inicio del Parque Industrial mitad del río.	47,3	36,4	26,3	40,1	20,2	21,3	32,5	14,8	15,4
Inicio del Parque Industrial margen izquierdo	49,4	56,53	26	46,4	44,4	18,8	43,53	28,2	14,7

Tabla 48: COMPARACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE LA LONGITUD DE LA RAIZ, ENTRE LAS ESPECIES LACTUCA SATIVA, ZEA MAYS Y PHASEOLUS VULGARIS, EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACION DE SEDIMENTO Y LUGAR. (12.5%-6.25%).

Fuente: Autor.

	Lactuca sativa	Zea mays	Phaseolus vulgaris	Lactuca sativa	Zea mays	Phaseolus vulgaris
Lugar	%In 12,5% Con.	%In 12,5% Con.	%In 12,5% Con.	%In 6,25% Con.	%In 6,25% Con.	%In 6,25% Con.
Final de Parque Industrial margen derecha.	28,6	12,74	13,6	20,85	4,64	9,5
Final de Parque Industrial mitad del río.	30,43	12,39	12	21,73	4,51	8,4
Final de Parque Industrial margen izquierda.	29,4	12,8	9,5	21,4	4,68	4,9

Parte Media del Parque Industrial margen derecha.	25,1	8,65	13,5	17	3,71	9,5
Parte Media del Parque Industrial margen izquierda.	30,9	12,9	8,9	23,85	4,7	1,78
Parte Media del Parque Industrial mitad del río.	20,3	8,5	9,6	13,1	3,5	1,94
Inicio del Parque Industrial margen derecha	22,42	8,9	8,4	14,5	3,64	4,5
Inicio del Parque Industrial mitad del río.	24,66	9,45	12,1	16,8	4	8,4
Inicio del Parque Industrial margen izquierdo	40,58	15,2	10,3	37,6	5,5	9

Tabla 49: COMPARACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL APLICADO A LAS ESPECIES: *Eisenia foetida*, *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* y *Lactuca sativa* CONSIDERANDO LUGARES DE MUESTREO.

Fuente: Autor.

# de Muestra	LUGAR	<i>Eisenia foetida</i>			<i>Zea mays</i>			<i>Phaseolus vulgaris</i>			<i>Lactuca sativa</i>		
		DL50	UT _A	Nivel de Incidencia Unidades Tóxicas	CI50	UT _A	Nivel de Incidencia Unidades Tóxicas	CI50	UT _A	Nivel de Incidencia Unidades Tóxicas	CI50	UT _A	Nivel de Incidencia Unidades Tóxicas
1	Final del Parque Industrial Margen derecha (cuartel)	23,911	4,18	MUY TÓXICO	52,818	1,89	Moderado tóxico	52,818	1,89	Moderadamente tóxico	44,18	2,26	Tóxico

	suelo arenoso												
2	Final del Parque Industrial, Mitad del río suelo arenoso.	26,4 45	3, 78	TOXICO	46,0 14	2,1 7	Tóxico	53,4 38	1, 87	Moderada mente tóxico	49,1 5	2, 03	Tóxico
3	Final del Parque Industrial Margen izquierda salida de las fábricas, suelo arenoso.	22,6 68	4, 41	MUY TÓXICO	46,8 55	2,1 3	Tóxico	46,8 55	2, 13	Tóxico	43,0 59	2, 32	Tóxico
4	Parte media del Parque Industrial margen derecho	56,7 63	1, 76	Moderada mente tóxico	61,2 44	1,6 3	Moderada mente tóxico	64,9 33	1, 54	Moderada mente tóxico	57,1 8	1, 73	Moderada mente tóxico
5	Parte media del Parque Industrial margen izquierda	25,5 63	3, 91	TOXICO	59,1 19	1,6 91	Moderada mente tóxico	58,1 17	1, 72	Moderada mente tóxico	39,5 46	2, 5	Tóxico
6	Parte media del Parque Industrial, mitad del río suelo arenoso	85,1 76	1, 17	Levemente tóxico	90,5 76	1,1	Levemente tóxico	58,1 17	1, 72	Modernam ente tóxico	114, 33	0, 87	No tóxico
7	Inicio del Parque Industrial Margen derecha	94,3 27	1, 06	Levemente tóxico	72,9 29	1,3 7	Moderada mente tóxico	72,0 92	1, 38	Moderada mente tóxico	137, 72	0, 72	No tóxico
8	Inicio del Parque Industrial,	74,6 57	1, 33	Moderada mente tóxico	68,3 07	1,4 6	Modernam ente tóxico	71,2 82	1, 4	Modernam ente tóxico	72,0 45	1, 38	tóxico



	Mitad del rio suelo arenoso moderada mente												
9	Inicio del Parque Industrial. Margen izquierdo	33,7 74	2, 96	TÓXICO	46,4 05	2.1 5	Tóxico	44,6 89	2. 23	Tóxico	36,7 91	2, 71	Tóxico